



Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía en Xalapa y Zona Urbana

*Dr. Juan Cervantes Pérez,
M. en G. Beatriz Elena Palma Grayeb
M. en G. José Antonio Agustín Pérez Sesma
M. en C. Rosa Elena Morales Cortés
LCA Claudio Hoyos Reyes
Ing. Carlos López Badillo
LCA Oscar García Santiago
Consejo de Cuenca de los ríos Tuxpan al Jamapa*

| Índice | Pág. |
|---|------|
| Capítulo 1. Introducción..... | 4 |
| 1.2. Objetivo | 5 |
| 1.3. Estrategias | 6 |
| Capítulo 2. ¿Qué es Sequía?..... | 6 |
| 2.1 Definiciones de Sequía Meteorológica, Hidráulica y Operativa..... | 6 |
| 2.2. Los Niveles o Etapas de la Sequía: D0, D1, D2, D3 y D4. | 7 |
| 2.2.1 Acciones de Mitigación, Aquellas que son Ejecutadas Durante la Sequía para Atenuar los Impactos. | 8 |
| 2.2.2 Acuerdos de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía..... | 9 |
| 2.3 Cambio Climático | 9 |
| 2.4 Vulnerabilidad | 9 |
| 2.5 La Sequía y las Ciudades en México | 10 |
| Capítulo 3. Marco Legal | 11 |
| 3.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos | 12 |
| 3.2 Ley de Aguas Nacionales..... | 14 |
| 3.3 Ley General de Cambio Climático | 17 |
| 3.4 Programa Nacional Hídrico 2014-2018 | 18 |
| 3.5 PRONACOSE..... | 19 |
| 3.6 Leyes Estatales | 20 |
| 3.6.1 Ley de Aguas del Estado de Veracruz | 20 |
| 3.6.2 Ley de Protección Civil del Estado de Veracruz..... | 21 |
| 3.6.3 Ley de Protección Ambiental del Estado de Veracruz..... | 22 |
| 3.6.4. CAEV | 23 |
| 3.6.5 Ley Orgánica del Municipio Libre | 24 |
| 3.6.6 CMAS (Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa) | 26 |
| 3.7 CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) | 28 |
| Capítulo 4. Descripción General de la Zona de Estudio. | 29 |
| 4.1 Ubicación | 29 |
| 4.2 Población..... | 30 |
| 4.3 Economía | 31 |

| | |
|--|----|
| Capítulo 5. Información Climatológica | 32 |
| 5.1 Climatología..... | 32 |
| 5.2 SPI | 36 |
| 5.3 SDI..... | 38 |
| 5.4 Monitor de Sequía..... | 39 |
| 5.5 Monitor de Sequía en México | 41 |
| Capítulo 6. Evaluación de la Oferta/Abasto del Agua..... | 42 |
| 6.1. Suministro de agua Superficiales y Subterránea | 42 |
| 6.2. Descripción de la Infraestructura..... | 45 |
| 6.2.1. Tanques | 50 |
| 6.2.2. Líneas de Conducción | 60 |
| 6.3 Programa de Mejora de Infraestructura del Agua..... | 61 |
| 6.4. Producción Histórica de Agua..... | 65 |
| 6.5. Producción Per Cápita..... | 66 |
| Capítulo 7. Evaluación de la Demanda/Consumo de Agua..... | 67 |
| 7.1 Cobertura del servicio del agua | 67 |
| 7.2 Padrón y tipos de usuario | 68 |
| 7.3 Consumo y dotación per cápita | 71 |
| 7.4 Diagnóstico de las eficiencias..... | 71 |
| Capítulo 8. Balance de Agua y Evaluación de la Capacidad Instalada | 73 |
| 8.1. Balance del Agua..... | 73 |
| 8.2. Capacidad de Abasto/ Capacidad Instalada | 73 |
| 8.3. Variaciones estacionales de oferta y demanda..... | 74 |
| Capítulo 9. Escenarios Futuros de la Producción y Consumo | 75 |
| Capítulo 10. Análisis para la Gestión de Agua en Sequías | 75 |
| Recomendaciones Finales. | 77 |
| Bibliografía..... | 81 |

Capítulo 1. Introducción

Xalapa es una voz de lengua náhuatl o mexica que significa "lugar del manantial sobre la arena". Su historia es muy antigua y puede remontarse hasta antes de Cristo (basado en el descubrimiento de un "yugo" en una tumba totonaca primitiva en el año de 1953, y que por la cerámica del relleno, es fechable a partir del XV antes de la era y perteneciente al horizonte Arcaico o Preclásico central veracruzano). Se estima que la fundación más reciente de Xalapa sucedió en el año 1313. El dominio Teochichimeca incluyó a Quimichtlan, de donde partió un reducido grupo de familias que se avecindaron en Xalapa hacia el año de 1380.

La fundación original de Xalapa estuvo a cargo de grupos de habla totonaca, siendo los toltecas quienes le dieron el nombre de Xalla-a-pan a la población, que significa "agua en el arenal", porque de todos sus barrios brotaba abundante agua, entre los declives arenosos.

Hubo varios asentamientos en la Xalapa prehispánica, tales como Macuiltépetl, Xolostla, Cerro Colorado, 21 de Marzo, Camino del Castillo, Metlapillis y Palo Verde. En la época preclásica hubo presencia Olmeca (Loma de San Pedro, por Los Tecajetes y Avenida Xalapa).

Xalapa es una de las poblaciones más antiguas del estado, en el siglo XIV se establecieron en ella cuatro grupos indígenas; Totonacas, Chichimecas, Toltecas y Teochichimecas, fundando cuatro poblados; Xallitic, Techacapan, Tecuanapan y Tlalnecapan, respectivamente. Con el tiempo los cuatro poblados crecieron y terminaron por unirse, formando una sola población que recibió el nombre de Xallapan.

Moctezuma Ilhuicamina, V Emperador Azteca, invadió el actual territorio veracruzano en el siglo XV y en el año de 1457 sometió a numerosos poblados indígenas, entre ellos a Xallitic, Tecuanapan y Tlalnecapan. Desde ese año los poblados de la zona pasaron a depender del Imperio Mexica, hasta que fue conquistado por los españoles en 1521.

Se piensa que Xalapa fue un suburbio de Macuiltépec, debido a que en la época prehispánica no tuvo la importancia que la distinguió durante la colonia. (Otras zonas arqueológicas del municipio están localizadas en Las Animas, Colonia Indeco Animas, ex-hacienda de Lucas Martín y área del panteón "Bosques del Recuerdo" y del nuevo panteón municipal Bosques de Xalapa).

Para el año de 1760 la población de Xalapa pasaba los mil habitantes indígenas, mestizos y españoles.

El crecimiento de Xalapa en población, cultura, comercio e importancia, registrado durante el siglo XVIII, hizo posible que se elevara a la categoría de Villa en 1791.

En 1824 se instaló en Xalapa la Primera Legislatura del Estado de Veracruz y ese mismo año, fue declarada capital del Estado. En 1830 Xalapa fue elevada a categoría de ciudad.

Por otro parte, en cuando a la disputa del agua, Xalapa está bañada por los arroyos y manantiales: Chiltoyac, Ánimas, Xallitic, Techacapan y Tlalnecapan; por los ríos Sedeño, Carneros, Sordo, Santiago, Zapotillo, Castillo y Coapexpan, y por diversos lagos artificiales y algunos naturales.

La historia de la problemática del abasto de agua en Xalapa comienza en la década de 1830, mismo año en que adquiere la categoría de ciudad y está asociado al comienzo del desarrollo de la industria textil. En 1836 se establece la industria xalapeña; en 1842 la fábrica "La Providencia" y en 1852 la de "San Bruno", todas ellas para la fabricación de textiles.

La escasez de agua que abastecía a la industria textil, que dependía completamente del río Santiago, dio origen en 1840, a un proyecto (de los textileros) para aumentar las aguas del este río, mediante un sistema de canales que recogiera principalmente los derrames del río Pixquiac. El Ayuntamiento, a través de un convenio, condicionó la obra a cambio del beneficio público de surtir de agua al Barrio del Calvario, situado en la parte norte de la ciudad y que por su crecimiento tenía problemas de agua desde 1830.

Este proyecto enfrentó una fuerte oposición por parte de los propietarios de las haciendas de La Orduña, Tuzamapan, y Mahuixtlán, hacendados, tradicionales beneficiarios de las aguas del Pixquiac, que habían obtenido incluso, importantes concesiones de las aguas procedentes del Cofre de Perote, quienes, a través de diversos medios, frenaron la iniciativa de los industriales textileros. Esta oposición hizo fracasar y olvidar el proyecto por más de 30 años.

Los empresarios textileros, apoyados en sus relaciones y en los importantes capitales acumulados durante largo tiempo, obtuvieron en 1872 el apoyo del gobernador del estado, Francisco Hernández y Hernández, al otorgar a Bernardo Sayago, líder de los empresarios, "una concesión que le daba en propiedad y sin perjuicios de terceros, el uso de todos los manantiales nacidos en la montaña Cofre de Perote"

Los empresarios, una vez obtenido el triunfo, se dieron a la tarea de impulsar su proyecto hidráulico, y con ello, se comenzaría la alteración de casi todo el sistema hidrológico de la porción oriental del Cofre, región que es la principal fuente de abastecimiento de Xalapa y municipios aledaños.

La ciudad de Xalapa se localiza entre los paralelos 19° 29' y 19° 36' de latitud norte y entre los meridianos 96° 48' y 96° 58' de longitud oeste, en el censo del INEGI 2010 cuenta con 457,928 habitantes y tiene una densidad de población de 3,681.7 hab/Km² en una superficie de 124.4 Km². La capital del estado se localiza en la Zona Montañosa Central del estado de Veracruz, se encuentra a una altitud que oscila entre los 700 y los 1,600 msnm. Las principales corrientes de agua que cruzan la ciudad son: río Sedeño, río Sordo, Paso Hondo, La Palma, Ojo Zarco, Negro y Chorreado.

Xalapa colinda al norte con los municipios de Banderilla, Jilotepec y Naolinco; al este con Naolinco y Emiliano Zapata, al sur con Emiliano Zapata y Coatepec; y al oeste con Coatepec, Tlalnelhuayocan y Banderilla. Sus principales localidades son: la ciudad de Xalapa-Enríquez, cabecera de su municipio, y las congregaciones de El Castillo, Chiltoyac, Tronconal, Colonia Seis de Enero, San Antonio, Paso del Toro y Las Cruces.

1.2. Objetivo

Proponer medidas preventivas y de mitigación de la sequía de modo que se incremente la seguridad hídrica en la ciudad de Xalapa y Zona Urbana; Las Trancas, Jacarandas, Gravileas, Mpio.

de Emiliano Zapata; Zamora, Guadalupe Victoria; La Haciendita del Mpio. de Banderilla y el Ejidal del Mpio. De San Andres Tlalnahuacoyan.

1.3. Estrategias

- a) Reducir y administrar el consumo de agua y la eficiencia de la gestión antes de incrementar las fuentes de abasto y suministro.
- b) Establecer y mejorar un sistema de información y monitoreo que permita mejorar las eficiencias y el servicio.

Capítulo 2. ¿Qué es Sequía?

2.1 Definiciones de Sequía Meteorológica, Hidráulica y Operativa

Una definición general de sequía puede ser: “Disminución temporal y significativa de los recursos hídricos durante un período suficientemente prolongado que afecta un área extensa con consecuencias socioeconómicas adversas” (Estela Monreal, s.f.).

La definición indica que el fenómeno es temporal, ya que los ciclos de precipitaciones tienen puntos altos y bajos que se alternan y de forma natural afectan a la disponibilidad de agua, presentándose algunas temporadas en que las lluvias escasean y otras en que llueve de forma abundante.

También indica que la reducción se presenta durante un tiempo suficientemente prolongado y sobre un espacio lo suficientemente extenso como para afectar a la población y su actividad económica. Estas afectaciones estarán en función de que tan preparada esté la población para hacer frente a estas condiciones y de las características de las actividades económicas de la región, específicamente, que tan intensivas son en su consumo de agua.

Sin embargo, este concepto de sequía como una disminución temporal y significativa de los recursos hídricos, se pueden encontrar diferentes tipos de sequía o dicho de otra manera se puede operacionalizar de diferentes modos. De esta manera, según sea la causa de la reducción o disminución temporal, se pueden ubicar diferentes tipos de sequía; ya sea una disminución de las precipitaciones (sequía meteorológica), la reducción de los caudales de fuentes superficiales, almacenamiento de embalses o niveles de las fuentes subterráneas (sequía hidrológica); o bien porque no se satisface las necesidades de los usuarios debido a que la demanda excede las fuentes disponibles y otros fallos en la gestión del recurso (sequía operativa) (Estela Monreal s.f.). De este modo, se observan tres tipos diferentes de sequía, cada una con su propia causalidad y definición: la meteorológica, la hidrológica y la operativa.

Otra tipología de la sequía ubica cuatro tipos de sequía: la meteorológica (de precipitaciones), la hidrológica (de escurrimientos y almacenamiento), agrícola (cuando la cantidad de agua no alcanza a cubrir los requerimientos de las actividades agropecuarias) y socioeconómica (cuando la cantidad de agua disponible afecta a la economía de la población). En esta tipología, la sequía

agrícola puede ser considerada una sequía socioeconómica cuando afecta a poblaciones poco desarrolladas, cuya actividad económica depende esencialmente de las actividades primarias (Marcos Valiente 2001).

Como puede observarse, la sequía es un fenómeno de origen multifactorial que se relaciona con el ciclo del agua y las afectaciones que la actividad humana puede ocasionar al mismo. Las precipitaciones varían de manera natural a lo largo del tiempo, por lo que la disponibilidad del agua no es constante. Las fuentes superficiales y subterráneas se abastecen por medio de las precipitaciones, por lo que la cantidad de agua de estas fuentes tiende a variar en función de los ciclos meteorológicos y de las características geológicas, geográficas y ecológicas de una región. Así mismo, la actividad humana influye sobre este ciclo del agua, ya que las actividades económicas (principalmente las agropecuarias) hacen uso de las fuentes de agua, reduciendo su disponibilidad. Además estas actividades pueden alterar el medio ambiente por ejemplo a través de la deforestación, lo cual afecta al reabastecimiento de las fuentes. A su vez, la disminución en la disponibilidad de agua puede afectar a las actividades económicas de una región, por lo que puede presentarse un círculo vicioso que termina afectando al desarrollo humano.

2.2. Los Niveles o Etapas de la Sequía: D0, D1, D2, D3 y D4.

El 22 de noviembre de 2012 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación los “LINEAMIENTOS que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía”.

El objetivo de estos Lineamientos es: “establecer los criterios y mecanismos aplicables para que la CONAGUA pueda emitir Acuerdos de Carácter General de emergencia por ocurrencia de sequía, así como proponer a los usuarios de las aguas nacionales las medidas preventivas y de mitigación de la sequía conforme a las cuales podrán lograr un uso eficiente del agua, preservándola.”

Estos lineamientos establecen las siguientes definiciones:

Sequía: “La insuficiencia de volumen usual en las fuentes de abastecimiento, que es debido a una menor cantidad de la lluvia para el llenado de las fuentes, derivado de un retraso en la ocurrencia de la lluvia, o a una combinación de ambas causas naturales”. Esta tiene la característica de ser impredecible en el tiempo en el que inicia, en su duración, en la intensidad o severidad, y en la extensión territorial sobre la que ocurre. Además, este concepto debe distinguirse y separarse claramente de una insuficiencia debida a causas de manejo humano, la cual se origina cuando la demanda supera a la oferta de las fuentes de abastecimiento, provocando en éstas disminución de su volumen.

Emergencia por sequía: Situación derivada de un evento hidrometeorológico extremo que genera un déficit de agua en términos de lluvia y/o escurrimiento de características tales, que requiere de una atención inmediata;

Mitigación de la sequía: Acción orientada a disminuir el impacto o daño ante la presencia de sequía sobre el conjunto de personas, bienes, infraestructura y servicios, así como sobre el medio ambiente;

En este mismo documento, se establecen los siguientes parámetros:

Rangos de intensidad de sequía de acuerdo con los estándares internacionales:

Anormalmente Seco (D0): Se trata de una condición de sequedad, no es un tipo de sequía. Se presenta al principio o cuando no haya sequía. Al principio de la sequía: debido a la sequedad de corto plazo hay retraso de la siembra de cultivos anuales, limitado crecimiento de los cultivos o pastos, riesgo de incendios por arriba del promedio. Al concluir la sequía: déficit persistente de agua, pastos o cultivos no recuperados completamente.

Sequía Moderada (D1): Cuando se presentan algunos daños a los cultivos y pastos, alto riesgo de incendios, niveles bajos en arroyos, embalses y pozos, escasez de agua. Se requiere uso de agua restringida de manera voluntaria.

Sequía Severa (D2): Existe en el momento que se dan probables pérdidas en cultivos o pastos, muy alto riesgo de incendios, la escasez de agua es común. Se recomienda se impongan restricciones de uso del agua.

Sequía Extrema (D3): Se dan mayores pérdidas en cultivos o pastos, peligro extremo de incendio, la escasez de agua o las restricciones de su uso se generalizan.

Sequía Excepcional (D4): Se presentan pérdidas excepcionales y generalizadas de los cultivos o pastos, riesgo de incendio excepcional, escasez de agua en los embalses, arroyos y pozos, se crean situaciones de emergencia debido a la ausencia de agua.

Las acciones para enfrentar una sequía pueden ser categorizadas sobre la base del tiempo en que se espera su ejecución en dos grupos:

Acciones preventivas: las que permiten estimar y organizar de manera anticipada los recursos humanos, materiales y financieros que podrían ser necesarios para enfrentar el fenómeno de la sequía.

2.2.1 Acciones de Mitigación, Aquellas que son Ejecutadas Durante la Sequía para Atenuar los Impactos.

Ambas son acciones concebidas dentro de un proceso de planeación anticipada, a fin de que por un lado, sean más eficientes, articuladas y conocidas por parte de los sujetos y organizaciones que las habrán de llevar a cabo, y de que por otro lado, se reduzcan los costos que deriven de una sequía. Siempre resultará de utilidad realizar la evaluación general una vez concluida la sequía, esto a efecto de poder detectar oportunidades de mejorar la organización de acciones implementadas y de actores involucrados.

2.2.2 Acuerdos de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía

Estos Lineamientos se refieren también a los acuerdos de emergencia y establecen que el "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía", será el acto mediante el cual la CONAGUA determinará que una o varias cuencas hidrológicas o acuíferos se encuentran ante la presencia de una situación natural anormal generada por una sequía severa. Asimismo, establecen que la CONAGUA determinará la extensión territorial de afectación, así como las medidas para enfrentar este fenómeno. El seguimiento de la emergencia y su conclusión será realizado en cualquier momento por CONAGUA, apoyándose en el monitoreo de las condiciones hidrometeorológicas.

La CONAGUA dará por concluida la vigencia del "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía" mediante la expedición de otro Acuerdo de Carácter General, donde señalará que ha dejado de surtir los efectos la sequía severa ante la población.

Cuando la CONAGUA emita el "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía", como parte de las acciones para enfrentar el fenómeno natural, los usuarios de las aguas nacionales podrán implementar medidas preventivas y de mitigación a efecto de hacer un uso eficiente del agua durante la contingencia. Los usuarios de las aguas nacionales podrán tomar medidas adicionales a las indicadas en este instrumento.

La emisión de los "Acuerdos de Carácter General de emergencia por ocurrencia de sequía" que expide la CONAGUA, es independiente de los instrumentos jurídicos que al efecto emitan otras dependencias de la Administración Pública Federal (Cfr. Transitorio de Lineamientos). Este es el caso, por ejemplo, de las declaraciones que emite la SAGARPA para el sector agropecuario.

2.3 Cambio Climático

Es un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, artículo 1. definiciones 1992). El fenómeno del cambio climático introduce un elemento de incertidumbre en torno a la planeación de los recursos hidráulicos, ya que se espera que en el futuro se vean afectadas tanto la temperatura como la precipitación en varios puntos del país. Los modelos con los que se cuenta hasta ahora han pronosticado una reducción de la precipitación en el país y un aumento en la temperatura a lo largo del siglo XXI (Montero y Pérez 2008). El aumento en la temperatura puede ocasionar un incremento en la demanda de agua, mientras que la reducción de las precipitaciones puede restringir la cantidad de agua disponible para las ciudades de México. Si bien no se puede conocer con precisión los posibles efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos y su consumo, es indispensable tomar en consideración las tendencias y distintos escenarios de los modelos como una variable en la planeación de los recursos hídricos en el largo plazo.

2.4 Vulnerabilidad

Vulnerabilidad es definida por la Organización Meteorológica Mundial, OMS, como "el nivel de susceptibilidad de un sistema o de incapacidad para afrontar los efectos adversos del cambio

climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos” (OMS, 2003). Esto implica que si bien la población de las ciudades se encuentra expuesta a riesgos generados por la variabilidad climática, estos tendrán un impacto en función de la capacidad de las ciudades para hacer frente a estas eventualidades. Una ciudad con un sistema de agua bien desarrollado, en donde hay una cobertura amplia del servicio, en donde la calidad del agua se monitorea, en donde se conocen las cantidades de agua que se consumen, en donde se aprovechan de manera más eficiente los volúmenes suministrados de agua, que cuenta con mecanismos para incentivar la conservación de agua, en donde el gobierno y los organismos operadores manejan una buena comunicación y cooperación con la población, en donde existe planeación para hacer frente a contingencias climáticas, y en general, donde existe una buena gobernanza del agua, tendrá menos dificultades para enfrentar los efectos de la sequía que en una ciudad en donde no se presentan estas condiciones.

2.5 La Sequía y las Ciudades en México

De acuerdo con el censo de 2010, alrededor de 87 millones de mexicanos habitan en localidades urbanas equivalente al 78% de la población del país. El sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento de las ciudades está estrechamente vinculado al medio ambiente que lo rodea. Del medio ambiente provienen las fuentes de abastecimiento y al medio ambiente se regresan también las aguas residuales. De este modo, el ciclo urbano del agua es sólo una parte menor del ciclo mayor hidrológico del agua en la naturaleza. Por ello, la sequía impacta directamente en la disponibilidad de agua para las ciudades. Sin embargo, existen diferencias fundamentales entre las ciudades dependiendo del tipo de fuente de abasto que utilizan para abastecerse de agua; mientras que unas ciudades se abastecen de aguas superficiales y pueden observar directamente el volumen de los embalses y almacenamientos y su vinculación con el ciclo hidrológico es más directa, otras se abastecen de fuentes subterráneas donde su volumen y dinámica es más incierta y más distante del ciclo hidrológico estacional.

México ha cubierto ciertas metas importantes en cuanto al abasto y cobertura de agua potable y alcantarillado se refiere. Sin embargo, aún existen profundas diferencias entre los organismos municipales al interior de México. Mientras que algunos municipios son capaces de proveer el servicio de agua potable a casi todos sus habitantes, algunos se encuentran muy lejos de lograrlo, pues aun requieren conectar a grandes segmentos de la población a su red de distribución. Además de las deficiencias en cobertura, los organismos enfrentan otros problemas que dificultan la provisión adecuada de agua potable. Conforme las localidades crecen, el agua se vuelve relativamente más escasa y costosa, pues debe ser transportada desde lugares más lejanos o extraída del subsuelo mediante sistemas de bombeo eléctrico. Por otra parte, a pesar del crecimiento poblacional y la escasez de recursos hídricos, casi la mitad del agua producida se pierde en los sistemas de distribución debido a las deficiencias de la infraestructura del sistema, o no bien es contabilizada ni se factura adecuadamente. Las pérdidas de agua implican otros problemas, tales como la insolvencia financiera de los Organismos Operadores de Agua (OOA), riesgos a la salud por la contaminación del agua potable a través de las fugas, y el deterioro ambiental asociado con la sobreexplotación de los recursos hídricos.

Un asunto que empeora esta situación es la baja proporción de recaudación de tarifas, la cual desincentiva su conservación y afecta la sustentabilidad financiera de los OOA.

El déficit de agua que padecen las ciudades durante una sequía no debe ser enfrentado sólo con aumento en la extracción de agua subterránea o superficial, sobre todo cuando ya los acuíferos están sobreexplotados; sino que por el contrario, se debe adoptar primeramente estrategias de control y reducción de la demanda. Entre las principales medidas están la reducción de pérdidas y el incremento de la eficiencia en el manejo del agua.

Esta situación hace que muchos organismos sean más vulnerables a la sequía, pues no cuentan con un funcionamiento regular, lo cual reduce la efectividad de las posibles medidas aplicables en caso de un evento de sequía. En este contexto, el presente manual busca guiar la elaboración de un documento que permita hacer una evaluación de la vulnerabilidad de los municipios a través de una descripción estadística de las capacidades y deficiencias de los sistemas de agua potable y que una vez identificadas las áreas de oportunidad, se prioricen las acciones para reducir la vulnerabilidad en el mediano y largo plazo, lo que permitirá una mayor efectividad de las acciones que se lleven para enfrentar eventos de sequía en el corto plazo.

Aunque en general se considera que en los Estados ubicados al sur del país no se registra el fenómeno de la sequía, diversos estudios muestran que este fenómeno si se presenta. La canícula o sequía intraestival o sequía de medio verano, es un fenómeno bien conocido en el Estado de Veracruz, sobre todo por las personas dedicadas a actividades agropecuarias. Mosiño y García (1974), encontraron que la sequía puede causar una disminución en la precipitación promedio en la Estado de Veracruz, entre un 20 y 30%.

Pereyra *et al.*, (1994) y, Pereyra y Sánchez (1995), relacionaron la sequía registrada en el estado con el fenómeno de El Niño. Entre los resultados obtenidos, determinaron que un evento de El Niño catalogado como muy fuerte, genera sequías muy fuertes en la región Centro del estado de Veracruz y moderada en la zona Norte.

Herrera (2000), realizó un estudio caracterizando las sequías a través del índice de Palmer; donde muestra que en la parte norte del estado de Veracruz, del período analizado, el 18.4% corresponde a sequía moderada y el 2.7% a sequía severa. En tanto, para la zona sur y sureste, el 16.6% corresponde a sequía ligera y 0.7% a sequía extrema.

El estudio de Sthale *et al.*, (2009), señala que la primera sequía del siglo XXI en México empezó en 1994 y que ha sido el evento más amplio, sostenido y con la mayor área de afectación en el país. Situación que justifica ampliamente la elaboración de planes para mitigarla así como para conservar el agua.

Capítulo 3. Marco Legal

La sequía es un problema que afecta la calidad de vida y las actividades económicas de la población. Debido a su mayor recurrencia y severidad, ha reclamado la atención principalmente del gobierno federal y, por encargo, desde éste se está incorporando también a las agendas de los gobiernos estatales y municipales. Los motivos de esta atención se pueden ubicar en la emergencia del cambio climático y en que a su vez el gobierno mexicano ha recibido este encargo de la Organización Meteorológica Mundial.

Puede decirse que, en materia de sequía, México ha pasado de un enfoque reactivo y remedial a un enfoque preventivo y proactivo. Anteriormente, sólo se tomaban acciones a posteriori y de manera remedial. La política adoptada por el actual gobierno mexicano es preventiva, proactiva y orientada a reducir la vulnerabilidad y a aumentar la resiliencia.

3.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Ante toda ley propuesta para regir algún estado, municipio o bien material, debe de ser examinada con detenimiento la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual da hincapié en el artículo 27, al uso de los recursos naturales en el país, entre ellos el agua, del cual en los últimos años ha cobrado relevancia debido a los problemas de abastecimiento y contaminación. El artículo 27 refiere al uso, propiedad y al cuidado del agua con fines de equilibrio ecológico, citando dicho artículo “La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.

Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización.

La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o substancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional.

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije (sic DOF 20-01-1960). Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes (sic DOF 20-01-1960) y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos; el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten los Estados.

En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes, salvo en radiodifusión y telecomunicaciones, que serán otorgadas por el Instituto Federal de Telecomunicaciones. Las normas legales relativas a obras o trabajos de explotación de los minerales y substancias a que se refiere el párrafo cuarto, regularán la ejecución y comprobación de los que se efectúen o deban efectuarse a partir de su vigencia, independientemente de la fecha de otorgamiento de las concesiones, y su inobservancia dará lugar a la cancelación de éstas. El Gobierno Federal tiene la facultad de establecer reservas nacionales y suprimirlas. Las declaratorias correspondientes se harán por el Ejecutivo en los casos y condiciones que las leyes prevean. Tratándose de minerales radiactivos no se otorgarán concesiones. Corresponde exclusivamente a la Nación la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica; en estas actividades no se otorgarán concesiones, sin perjuicio de que el Estado pueda celebrar contratos con particulares en los términos que establezcan las leyes, mismas que determinarán la forma en que los particulares podrán participar en las demás actividades de la industria eléctrica”.

Dentro del artículo 15 se menciona que “Los estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base

de su división territorial y de su organización política y administrativa, el municipio libre, conforme a las bases siguientes:

- I. Cada Municipio será gobernado por un Ayuntamiento de elección popular directa, integrado por un Presidente Municipal y el número de regidores y síndicos que la ley determine. La competencia que esta Constitución otorga al gobierno municipal se ejercerá por el Ayuntamiento de manera exclusiva y no habrá autoridad intermedia alguna entre éste y el gobierno del Estado.
- II. Los municipios estarán investidos de personalidad jurídica y manejarán su patrimonio conforme a la ley.(...)

(...) Los ayuntamientos tendrán facultades para aprobar, de acuerdo con las leyes en materia municipal que deberán expedir las legislaturas de los Estados, los bandos de policía y gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la administración pública municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal.

- III. Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes:
- IV. Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales
- V. Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para:

a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;

c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;

g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia”.

3.2 Ley de Aguas Nacionales

Existen leyes para regir el uso de recursos nacionales tales el uso de suelo, minerales y el agua, por mencionar algunos, de este último, es regido por la Ley de Aguas Nacionales, de la cual desprende su primer artículo que especifica “La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

ARTÍCULO 2. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala.

Las disposiciones de esta Ley son aplicables a las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad, sin menoscabo de la jurisdicción o concesión que las pudiere regir.

ARTÍCULO 4. La autoridad y administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes corresponde al Ejecutivo Federal, quien la ejercerá directamente o a través de "la Comisión".

ARTÍCULO 5. Para el cumplimiento y aplicación de esta Ley, el Ejecutivo Federal:

- I. Promoverá la coordinación de acciones con los gobiernos de los estados y de los municipios, sin afectar sus facultades en la materia y en el ámbito de sus correspondientes atribuciones. La coordinación de la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca hidrológica o por región hidrológica será a través de los Consejos de Cuenca, en cuyo seno convergen los tres órdenes de gobierno, y participan y asumen compromisos los usuarios, los particulares y las organizaciones de la sociedad, conforme a las disposiciones contenidas en esta Ley y sus reglamentos;
- II. Fomentará la participación de los usuarios del agua y de los particulares en la realización y administración de las obras y de los servicios hidráulicos, y
- III. Favorecerá la descentralización de la gestión de los recursos hídricos conforme al marco jurídico vigente.

ARTÍCULO 7. Se declara de utilidad pública:

- I. La gestión integrada de los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional, como prioridad y asunto de seguridad nacional;
- II. La protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, acuíferos, cauces, vasos y demás depósitos de agua de propiedad nacional, zonas de captación de fuentes de abastecimiento, zonas federales, así como la infiltración natural o artificial de aguas para reabastecer mantos acuíferos acorde con las "Normas Oficiales Mexicanas" y la derivación de las aguas de una cuenca o región hidrológica hacia otras;
- III. La instalación de los dispositivos necesarios para la medición de la cantidad y calidad de las aguas nacionales y en general para la medición del ciclo hidrológico;
- IV. El restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas nacionales, superficiales o del subsuelo, incluidas las limitaciones de extracción en zonas reglamentadas, las vedas, las reservas y el cambio en el uso del agua para destinarlo al uso doméstico y al público urbano; la recarga artificial de acuíferos, así como la disposición de agua al suelo y subsuelo, acorde con la normatividad vigente;
- V. El restablecimiento del equilibrio de los ecosistemas vitales vinculados con el agua;
- VI. La eficientización y modernización de los servicios de agua domésticos y públicos urbanos, para contribuir al mejoramiento de la salud y bienestar social, para mejorar la calidad y oportunidad en el servicio prestado, así como para contribuir a alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos;

- VII. El mejoramiento de la calidad de las aguas residuales, la prevención y control de su contaminación, la recirculación y el reúso de dichas aguas, así como la construcción y operación de obras de prevención, control y mitigación de la contaminación del agua, incluyendo plantas de tratamiento de aguas residuales;
- VIII. El establecimiento, en los términos de esta Ley, de distritos de riego, unidades de riego, distritos de temporal tecnificado y unidades de drenaje, así como la adquisición de las tierras y demás bienes inmuebles necesarios para integrar las zonas de riego o drenaje;
- IX. La prevención y atención de los efectos de fenómenos meteorológicos extraordinarios que pongan en peligro a personas, áreas productivas o instalaciones;
- X. El aprovechamiento de aguas nacionales para generar energía eléctrica destinada a servicios públicos, y
- XI. La adquisición o aprovechamiento de los bienes inmuebles que se requieran para la construcción, operación, mantenimiento, conservación, rehabilitación, mejoramiento o desarrollo de las obras públicas hidráulicas y de los servicios respectivos, y la adquisición y aprovechamiento de las demás instalaciones, inmuebles y vías de comunicación que las mismas requieran.

ARTÍCULO 7 BIS. Se declara de interés público:

- I. La cuenca conjuntamente con los acuíferos como la unidad territorial básica para la gestión integrada de los recursos hídricos;
- II. La descentralización y mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos por cuenca hidrológica, a través de Organismos de Cuenca de índole gubernamental y de Consejos de Cuenca de composición mixta, con participación de los tres órdenes de gobierno, de los usuarios del agua y de las organizaciones de la sociedad en la toma de decisiones y asunción de compromisos;
- III. La descentralización y mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos con la participación de los estados, del Distrito Federal y de los municipios;
- IV. El mejoramiento permanente del conocimiento sobre la ocurrencia del agua en el ciclo hidrológico, en su explotación, uso o aprovechamiento y en su conservación en el territorio nacional, y en los conceptos y parámetros fundamentales para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos, así como la realización periódica de inventarios de usos y usuarios, cuerpos de agua, infraestructura hidráulica y equipamiento diverso necesario para la gestión integrada de los recursos hídricos;
- V. La atención prioritaria de la problemática hídrica en las localidades, acuíferos, cuencas hidrológicas y regiones hidrológicas con escasez del recurso;
- VI. La prevención, conciliación, arbitraje, mitigación y solución de conflictos en materia del agua y su gestión;
- VII. El control de la extracción y de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas superficiales y del subsuelo;
- VIII. La incorporación plena de la variable ambiental y la valoración económica y social de las aguas nacionales en las políticas, programas y acciones en materia de gestión de los recursos hídricos, en el ámbito de las instituciones y de la sociedad;

- IX. El mejoramiento de las eficiencias y modernización de las áreas bajo riego, particularmente en distritos y unidades de riego, para contribuir a la gestión integrada de los recursos hídricos;
- X. La organización de los usuarios, asociaciones civiles y otros sistemas y organismos públicos y privados prestadores de servicios de agua rurales y urbanos, así como su vinculación con los tres órdenes de gobierno, para consolidar su participación en los Consejos de Cuenca, y
- XI. La sustentabilidad ambiental y la prevención de la sobreexplotación de los acuíferos”.

3.3 Ley General de Cambio Climático

Será además de gran apoyo puntualizar la normatividad establecida en la Ley general de cambio climático de reciente creación y en donde se abordan importantes referencias acerca de la sequía Artículo 1o. La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Artículo 2o. Esta ley tiene por objeto:

- I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;

Artículo 5o. La federación, las entidades federativas, el Distrito Federal y los municipios ejercerán sus atribuciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en los demás ordenamientos legales aplicables.

Artículo 9o. Corresponde a los municipios, las siguientes atribuciones:

- I. Formular, conducir y evaluar la política municipal en materia de cambio climático en concordancia con la política nacional y estatal;
- II. Formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo, la Estrategia Nacional, el Programa, el Programa estatal en materia de cambio climático y con las leyes aplicables, en las siguientes materias:

a) Prestación del servicio de agua potable y saneamiento;

b) Ordenamiento ecológico local y desarrollo urbano; (...)

V. Realizar campañas de educación e información, en coordinación con el gobierno estatal y federal, para sensibilizar a la población sobre los efectos adversos del cambio climático;

VI. Promover el fortalecimiento de capacidades institucionales y sectoriales para la mitigación y adaptación;

VII. Participar en el diseño y aplicación de incentivos que promuevan acciones para el cumplimiento del objeto de la presente ley;

VIII. Coadyuvar con las autoridades federales y estatales en la instrumentación de la Estrategia Nacional, el programa y el programa estatal en la materia;

IX. Gestionar y administrar recursos para ejecutar acciones de adaptación y mitigación ante el cambio climático;

XI. Vigilar y promover, en el ámbito de su competencia, el cumplimiento de esta ley, sus disposiciones reglamentarias y los demás ordenamientos que deriven de ella, y

XII. Las demás que señale esta ley y las disposiciones jurídicas aplicables.

Por lo que con fundamento en las atribuciones Constitucionales y de las leyes secundarias en la materia que nos interesa, se recomienda llevar a cabo convenios de colaboración con los gobiernos municipales para la implementación, supervisión y cumplimiento de las normas establecidas a través de los PMPMS siempre adecuadas a un irrestricto apego al respeto de los Derechos Humanos y dentro del marco jurídico normativo vigente.

3.4 Programa Nacional Hídrico 2014-2018

El Programa Nacional Hídrico 2014-2018 plantea como el objetivo número 2: “Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones”.

Este objetivo se define de la siguiente manera: “Se requiere reducir la vulnerabilidad de asentamientos humanos para evitar pérdida de vidas humanas y daños materiales a la infraestructura por efecto de fenómenos hidrometeorológicos extremos.”

Más adelante plantea, “se requiere atender las sequías que afectan la distribución adecuada y oportuna de agua a la población, a la industria y la producción de alimentos. Se pondrá en marcha un programa diseñado de tal manera que la población esté mejor preparada para afrontarlas, auxiliadas por la autoridad del agua con oportunidad y eficacia. Se actualizarán las políticas de operación de las principales fuentes de abastecimiento, bajo criterios de optimización orientadas a la máxima productividad hídrica y con restricciones para minimizar el impacto de las inundaciones y las sequías.

Para conseguir lo anterior, el PNH 2014-2018 estipula la acción coordinada de los tres órdenes de gobierno y las siguientes estrategias:

Estrategia 2.1 Proteger e incrementar la resiliencia de la población y áreas productivas en zonas de riesgo de inundación y/o sequía

2.1.1 Implementar el Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas (PRONACH).

2.1.2 Implementar el Programa Nacional Contra las Sequías (PRONACOSE).

2.1.3 Fortalecer o en su caso crear grupos especializados de atención de emergencias capacitados y equipados.

2.1.4 Actualizar las políticas de operación de las presas privilegiando la protección de los centros de población.

2.1.6 Fortalecer los sistemas de alerta temprana y las acciones de prevención y mitigación en caso de emergencias por fenómenos hidrometeorológicos.

2.1.7 Fomentar la construcción de drenaje pluvial sustentable.

2.1.8 Realizar acciones de restauración hidrológica ambiental en cuencas hidrográficas prioritarias.

Estrategia 2.2 Reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático o variabilidad climática

2.2.1 Incrementar la participación y corresponsabilidad de estados y municipios para acciones de adaptación frente al cambio climático o variabilidad climática.

2.2.2 Crear o fortalecer fondos financieros para la adaptación al cambio climático y para el mantenimiento y rehabilitación de infraestructura hidráulica.

2.2.3 Incrementar el intercambio de información con instancias nacionales e internacionales.

Para complementar estas estratégicas específicas, el PNH plantea además estrategias transversales y líneas de acción generales en las que se habla de la coordinación interinstitucional e intergubernamental y la creación de sistemas conjuntos de información, la rendición de cuentas y la participación de la sociedad civil en todas las acciones.

XX. Fenómeno perturbador de origen hidrometeorológico.- La calamidad que se genera por la acción violenta de los agentes atmosféricos, tales como: huracanes, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas, sequías, las ondas cálidas y gélidas.

3.5 PRONACOSE

En enero de 2013, el Ejecutivo Federal encargó a la CONAGUA el desarrollo del Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE) orientado a la atención, seguimiento, mitigación y prevención al fenómeno recurrente de la sequía en el territorio nacional. Este programa tiene el objetivo de elaborar y difundir instrumentos que permitan la gestión integrada de los Consejos de Cuenca para enfrentar la sequía.

El programa tiene la característica innovadora de que su puesta en práctica incluye la participación un grupo de universidades públicas, centros de investigación y organismos de gobierno, además de especialistas nacionales e internacionales en la materia.

El PRONACOSE consta de dos componentes o líneas de acción:

1. Elaborar los Programas de medidas para prevenir y enfrentar la sequía a nivel cuenca o grupos de cuenca. Esta línea a su vez incluye:

a. Monitoreo. Desarrollar los indicadores de la condición de la sequía; y publicarlos en la página Internet de la CONAGUA.

b. Programas de medidas para prevenir y enfrentar la sequía a nivel cuenca o grupos de cuenca. Cada uno de los 26 Consejos de Cuenca elaborará su Programa de medidas para prevenir y mitigar la sequía a nivel cuenca y los programas para los usuarios de las aguas nacionales. La CONAGUA brindará apoyo a través de sus 13 Organismos de Cuenca. Además, aquí también entran los programas para usuarios de agua potable y saneamiento.

La coordinación de la formulación de los programas se llevará a cabo a través de un Convenio de colaboración con una Universidad reconocida en el tema, misma que coordinará a once grupos de investigadores o Universidades y al IMTA.

2. Ejecución de acciones para mitigar sequías existentes. Esta línea incluye la creación de los siguientes comités:

a. Un Comité Interinstitucional para la Atención a la sequía, conformado por Presidencia, CONAGUA, CONAFOR, ECONOMIA, EDUCACIÓN, ENERGIA, SAGARPA, SALUD, SEDENA, SEDESOL, SEGOB, TURISMO. Este comité dará seguimiento a las acciones que realicen todas las dependencias del Gobierno Federal ante la eventual ocurrencia de una sequía y buscará la convergencia de programas institucionales federales existentes para atención de sequías en las dependencias mencionadas.

b. Un Comité de Expertos. Este comité tendrá la función de evaluar el avance del Programa Nacional contra la Sequía y emitir recomendaciones.

Fuente: PRONACOSE <http://www.pronacose.gob.mx>

Programas de Organismos de Cuenca 2013

Con base en el PRONACOSE en abril de 2013, la SEMARNAT y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) expidieron la Guía para la formulación de Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía.

3.6 Leyes Estatales

3.6.1 Ley de Aguas del Estado de Veracruz

Ley publicada el 29 de Junio de 2001, con una última reforma publicada en la Gaceta Oficial el 30 de Julio de 2007. Dentro del capítulo I, el primer artículo menciona que la ley es de orden público e interés social y tiene por objeto reglamentar el artículo 9° de la constitución Política del Estado, en materias de Jurisdicción estatal, así como establecer las bases de coordinación en ayuntamientos y el Ejecutivo del Estado.

En el 2° artículo, en el punto I. (Reformada, G.O. 6 de junio de 2006) menciona las actividades que se deben realizar para el manejo eficiente del agua; administrar, suministrar, distribuir, generar, controlar y preservar su cantidad y calidad para lograr el desarrollo sustentable de dicho recurso.

Para llevar a cabo todos los lineamientos establecidos por las diferentes entidades encargadas de la regularización del agua. El sistema Veracruzano del agua se integra por el conjunto de políticas, instrumentos, planes, programas, proyectos, obras, acciones, bases y normas que regulan la explotación y aprovechamiento de las aguas en el territorio del estado de Veracruz y la presentación de los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales (artículo 6, Reformado, G.O. 6 de junio de 2006).

Hablando específicamente sobre problemas relacionado con la escasez de agua o problemas relacionados con ella, se tiene el artículo 110, ubicado en el capítulo I, en el cual sus tres cláusulas mencionan “El Ejecutivo del estado, con base en la información del Sistema Veracruzano del Agua y de los estudios técnicos que al efecto se elaboren y publiquen podrá:

- a) Reglamentar el uso de las aguas de Jurisdicción estatal, para prevenir o remediar su sobreexplotación, así como establecer limitaciones a los derechos existentes por escasez sequía o condiciones extraordinarias;
- b) Declarar zonas de veda para proteger o restaurar un ecosistema y para preservar las fuentes de agua o protegerlas contra la contaminación; y
- c) Decretar reservas de agua para determinados usos.
- d) Las disposiciones que emita el Ejecutivo del Estado, se publicaran en la Gaceta Oficial del Estado, en los términos del reglamento de esta ley”.

3.6.2 Ley de Protección Civil del Estado de Veracruz

Esta Ley fue creada el 1° de febrero de 2008, con una última Reforma publicada en la Gaceta Legislativa el 03 de Noviembre de 2010. Dicha Ley promueve que las normas, criterios y principios básicos, a que se sujetaran los programas, políticas y acciones de protección civil así como las bases para prevención y auxilio, recuperación y mitigación ante la prescencia de un fenómeno perturbado de origen natural o humano; los mecanismos para implementar las acciones de prevención, auxilio y recuperación para salvaguarda de las personas, sus bienes, el entorno y el funcionamiento de los servicios vitales y sistemas estratégicos, en los casos de emergencia y desastre. Todo esto mencionado en el artículo 1° del primer capítulo del reglamento.

En el caso específico de las sequías, el artículo 3° en su cláusula XX, menciona que se entiende como fenómeno perturbador de origen meteorológico: la calamidad que se genera por la acción violenta de los agentes atmosféricos, tales como huracanes, inundaciones pluviales, fluviales. Costeras y lacustres, tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas, sequías, las ondas cálidas y gélidas.

El artículo 6° menciona “que el auxilio en casos de emergencia o de desastre, constituye una función prioritaria de la protección civil, por lo que las instancias de coordinación deberán actuar de forma conjunta y ordenada, en términos de los dispuestos en la presente ley y en los demás ordenamientos legales aplicables”.

En cada uno de los municipios del Estado, se establecerá un sistema Municipal de Protección Civil, como parte integrante de los Sistemas Nacional y Estatal (Artículo 25°)

El sistema Municipal tendrá el objetivo fundamental de proteger a las personas y a la comunidad ante la eventualidad de riesgos, emergencias o desastres, provocados por agentes naturales o humanos, a través de acciones que eliminen o reduzcan la pérdida de vida, la atención de la planta productiva y de los servicios públicos, la destrucción de bienes materiales y el daño a la naturaleza así como de la interrupción de los servicios vitales y estratégicos de la sociedad, en el ámbito del municipio respectivo (artículo 27°).

El artículo 31 en su cuarta clausula, recomienda Investigar, estudiar y evaluar riesgos y daños provenientes de elementos, agentes naturales o humanos que puedan dar lugar a desastres; integrando y ampliando los conocimientos de tales acontecimientos, en coordinación con las dependencias responsables.

Para cumplir con sus obligaciones, la Secretaría de Protección Civil tendrá que Investigar, estudiar y evaluar riesgos y daños provenientes de elementos, agentes naturales o humanos que puedan dar lugar a desastres, integrando y ampliando los conocimientos de los fenómenos perturbadores en coordinación con las dependencias y entidades federales, estatales y municipales (artículo 42, clausula X).

En el artículo 65 se menciona que a fin de conformar una cultura preventiva de protección civil, la Secretaría con la participación de los sectores público, privado, social y académico, deberá Promover el desarrollo de planes y programas para la formación de especialistas en la materia de protección civil en las instituciones de educación superior públicas y privadas, así como la investigación de las causas y efectos de los desastres.

3.6.3 Ley de Protección Ambiental del Estado de Veracruz

El artículo 12 recomienda observar los principios de su artículo para la formulación y conducción política ambiental estatal y la aplicación de las medidas e instrumentos de la Ley:

- I. Los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad, y de su equilibrio dependen la vida y las posibilidades productivas del Estado y del País;
- II. Las autoridades del Estado, los Municipios, los particulares y demás actores de la sociedad, deben asumir la responsabilidad de la preservación, conservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente;

En la formulación del ordenamiento ecológico del territorio, se considerarán:

- I. La naturaleza y características de cada ecosistema, dentro del Estado de Veracruz de conformidad y en complemento con el programa de ordenamiento ecológico general del territorio nacional;
- IV. El equilibrio que debe existir entre los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales

- VI. Las prácticas sustentables y no sustentables, de aprovechamiento de los recursos naturales y sus repercusiones en los ecosistemas;

EL artículo 84 menciona que “La secretaría pondrá al ejecutivo, previa consulta ciudadana, la expedición de declaratorias para el establecimiento de áreas naturales protegidas de interés del Estado. Asimismo, podrá proponer a los ayuntamientos las declaratorias para el establecimiento de parques ecológicos y urbanos.

La secretaría promoverá el uso eficiente del agua a través de las siguientes acciones (artículo 116):

- II. Establecerá en coordinación con la federación y con los municipios la ejecución de acciones reguladoras de carácter técnico y administrativo en la explotación, uso y aprovechamiento del agua;
- III. Promover ante la Federación la formulación y actualización de los balances hidráulicos para determinar la disponibilidad del agua;
- IV. Promover ante la Federación la publicación de la disponibilidad de las aguas, tanto en cantidad como en calidad;
- V. Promoverá ante la Federación la creación de los consejos de cuenca, con la participación de la sociedad y de los sectores inherentes.

3.6.4. CAEV

El Ejecutivo del Estado de Veracruz, promueve el 29 de junio del 2001 la Ley 21 de Aguas del Estado de Veracruz, la cual fortalece la autonomía municipal, reconociendo su facultad de proporcionar los servicios públicos del agua potable, alcantarillado, tratamiento y disposición del aguas residual y crea la Comisión del Agua del Estado de Veracruz, como un organismo dotado de autonomía de gestión, personalidad jurídica y patrimonio propios.

La ley establece que la Comisión fungirá como Organismo Operador Estatal y será responsable de la Coordinación, planeación y supervisión del Sistema Veracruzano del Agua.

Se integra por la Oficina Central, 69 Oficinas Operadoras y 278 Sistemas Rurales administrados por los Organismos Operadores de agua.

Para ejercer un servicio óptimo la CAEV presenta atribuciones, de las cuales destacan:

- Coordinar la planeación y presupuestación del sector estatal hidráulico, así como los servicios públicos que preste;
- Cumplir y hacer cumplir los planes y programas, políticas y estrategias para la administración de las aguas de jurisdicción estatal y la prestación de los servicios a que se refiere la presente Ley, en el ámbito de su competencia.
- Asesorar, auxiliar y proporcionar asistencia técnica a los Organismos Operadores municipales que lo soliciten;
- Vigilar la correcta prestación y funcionamiento de los servicios a que se refiere esta Ley;
- Vigilar el uso eficiente y preservación del agua, así como fomentar una cultura del agua como recurso vital escaso;

- Establecer y difundir las normas técnicas referentes a la realización de obras y a la construcción, operación, administración conservación, y mantenimiento de los sistemas de captación, potabilización, conducción, almacenamiento y distribución del agua, drenaje, alcantarillado, disposición y tratamiento de aguas residuales;
- Prestar, en los Municipios, los servicios públicos de suministro de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales, previo convenio con el Ayuntamiento respectivo y, en este caso, establecer y cobrar las cuotas y tarifas que se causen con motivo de la prestación de los servicios, de conformidad con lo establecido en la Ley y demás disposiciones aplicable.

CAEV presenta diferentes actividades durante la temporada de sequías y estiaje, las cuales se plantean a los diferentes tipos de sistemas de abastecimiento de agua, entre ellos:

- Pozos profundos
 - Chequeo de nivel freático y dinámico
 - Amperaje y voltaje de motores
 - Vibración de motores
 - Cavitación de bomba
 - Eliminación de flora y fauna
- Manantiales
 - Niveles
 - Fugas en obra civil
 - Contaminantes externos
 - Protección de la fuente
- Red de distribución
 - División de red de circuitos
 - Horarios de tandeo
 - Mantenimiento de válvulas, tees, cruces, otros.
 - Reparación de fugas
 - Drenado de redes
 - Monitoreo de cloro residual libre
 - Encalados de desechos sólidos
- Tanques de almacenamiento y regulación
 - Regulación de niveles
 - Sellado de fugas
 - Mantenimiento de válvulas de efluente
 - Monitoreo de cloro residual libre
 - Eliminación de flora y fauna nociva

3.6.5 Ley Orgánica del Municipio Libre

Siendo que de esta manera se deberá acudir a la ley que rige el funcionamiento de los municipios y que es reglamentaria del numeral 115 de la Constitución General de República; la Ley Orgánica del municipio libre.

Artículo 1. La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones constitucionales relativas a la organización y funcionamiento del Municipio Libre.

Artículo 2. El Municipio Libre es la base de la división territorial y de la organización política y administrativa del Estado.

Artículo 13. Son habitantes del Municipio los veracruzanos con domicilio establecido en el mismo municipio, así como los vecinos de éste, los que tendrán los derechos y obligaciones siguientes:

I. Derechos:

a) Utilizar los servicios públicos que preste el municipio, de acuerdo con los requisitos que establezcan esta Ley, los reglamentos municipales respectivos y demás ordenamientos legales aplicables;

b) Ser atendidos por las autoridades municipales en todo asunto relacionado con su calidad de habitante;

c) Recibir los beneficios de la obra pública de interés colectivo que realice el Ayuntamiento;

d) Recibir la educación básica y hacer que sus hijos y pupilos menores la reciban en la forma prevista por las leyes de la materia;

e) Proponer ante las autoridades municipales las medidas o acciones que juzguen de utilidad pública; y

f) Los demás que otorguen la Constitución y las leyes del Estado.

II. Obligaciones:

a) Respetar las instituciones y autoridades de los gobiernos federal, estatal y municipal, así como acatar sus leyes y reglamentos;

b) Contribuir para los gastos públicos en la forma que lo dispongan las leyes;

c) Prestar auxilio a las autoridades cuando para ello sean requeridos legalmente;

d) Cumplir, en su caso, con las obligaciones que señala el Código Electoral del Estado;

e) Inscribirse en el padrón y catastro de su municipalidad, manifestando sus propiedades, la industria, profesión o trabajo de que se subsista; y

f) Las demás que establezcan la Constitución y las leyes del Estado.

Artículo 17. Cada municipio será gobernado por un Ayuntamiento de elección popular, libre, directa y secreta, de acuerdo a los principios de mayoría relativa y de representación proporcional, en los términos que señale el Código Electoral del Estado.

Artículo 34. De acuerdo con lo dispuesto por la Constitución Federal y la del Estado, esta ley y demás leyes que expida el Congreso del Estado en materia municipal, los Ayuntamientos aprobarán los bandos de policía y gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones que organicen las

funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal, los que obligarán y surtirán sus efectos tres días después de su publicación en la Gaceta Oficial.

Artículo 35. Los Ayuntamientos tendrán las siguientes atribuciones:

XIV. Expedir los reglamentos de las dependencias y órganos de la administración pública municipal de naturaleza centralizada, manuales de organización y procedimientos y los de atención y servicios al público, así como ordenar su publicación en los términos de esta ley

XXIV. Celebrar convenios, previa autorización del Congreso del Estado, con personas físicas o morales;

XXV. Tener a su cargo las siguientes funciones y servicios públicos municipales:

Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales;

i) Promoción y organización de la sociedad para la planeación del desarrollo urbano, cultural, económico y del equilibrio ecológico;

j) Salud pública municipal; y

XXX. Desarrollar planes y programas destinados a la preservación, restauración, aprovechamiento racional y mejoramiento de los recursos naturales, de la flora y la fauna existentes en su territorio, así como para la prevención y combate a la contaminación ambiental, y convocar, coordinar y apoyar a los ejidatarios, propietarios y comuneros, para que establezcan cercas vivas en las zonas limítrofes de sus predios o terrenos y reforestar las franjas de tierra al lado de los ríos y cañadas;

XXXI. Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas, en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia y en la formulación de programas de desarrollo regional.

3.6.6 CMAS (Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa)

Dentro de la Gaceta oficial del día 01 de abril de 2014, se hace referencia a los artículos relacionado con el organismo operador de agua potable y saneamiento del municipio de Xalapa. Dentro del artículo uno se menciona que “El presente Reglamento es de orden público, de interés social, de observancia y tiene por objeto definir la estructura orgánica del Organismo Operador de los Servicios de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado y Disposición final de Aguas Residuales de Xalapa, Veracruz, denominado; Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Xalapa, Veracruz, (CMAS), normar su organización y funcionamiento, determinando las facultades de sus funcionarios y trabajadores, de conformidad con lo dispuesto por la Ley Número 21 de Aguas del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.

El artículo 6 hace referencia a las responsabilidades del Organismo Operador, “El Organismo operador es el encargado de regular la presentación de los servicios de agua potable y alcantarillado así como de los servicios de agua potable y alcantarillado, así como el tratamiento y reúso de aguas residuales en el municipio de Xalapa, así como satisfacer las demandas de los diversos usuarios promoviendo las acciones necesarias para lograr la autosuficiencia financiera, el

desarrollo sustentable y la gestión integrada de los recursos hídricos en las cuencas y subcuencas de las que se abastece.

El artículo 8 menciona las atribuciones del Organismo Operador las cuales son:

- I. Cobrar los derechos que correspondan por la presentación de los servicios de agua potable, alcantarillado, tratamiento y reúso de aguas residuales de su jurisdicción, de acuerdo a las tarifas vigentes en el lugar;
- II. Tener actualizado el padrón de usuarios de los servicios a su cargo y el inventario de las redes e instalaciones así como los planos correspondientes;
- III. Disponer de todo lo necesario para proporcionar a la población de su jurisdicción el agua potable con todas las características de calidad para consumo dentro de los límites exigidos por la secretaría de salud;
- IV. Dar tratamiento a las aguas residuales de acuerdo a las disposiciones que sobre la materia señala la secretaría d Medio ambiente y Recursos Naturales del Gobierno Federal y la Comisión Nacional del Agua;
- V. Disponer lo necesario para promover el desarrollo sustentable y la gestión integrada de los recursos hídricos en las cuencas, subcuencas y regiones de donde se abastezca;
- VI. Dar cumplimiento de las disposiciones que impone la Ley de Aguas Nacionales en materia de derechos de agua, dentro del ámbito de su competencia y en general los lineamientos que al respecto imponga la Comisión Nacional del Agua;
- VII. Realizar trabajos tendientes a mejorar la eficiencia de la operación, administración y funcionamiento de los sistemas de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento de Aguas Residuales en su jurisdicción;
- VIII. Usar y aprovechar los bienes muebles e inmuebles propiedad del Organismo, que le sean asignados, para logro de sus objetivos.
- IX. Dar los bienes muebles e inmuebles propiedad del Organismo, el mantenimiento que requiera para su conservación y darles exclusivamente el uso encomendado; y,
- X. Las demás que resulten de la Ley, de éste Reglamento o que le confiera el Órgano de Gobierno y demás normatividad de la materia.

La coordinación de Agua y Vinculación Social tendrá atribuciones, las cuales se mencionan en el artículo 29:

- I. Contribuir a la gestión integrada de los recursos hídricos en las cuencas y subcuencas hidrológicas respectivas, contribuir a restablecer o mantener el equilibrio entre disponibilidad y aprovechamiento de los recursos hídricos, considerando los diversos usos y usuarios, y favorecer el desarrollo sustentable en relación con el agua y su gestión;
 - Conocer y difundir los lineamientos generales de política hídrica nacional, regional y por cuenca, y proponer aquellos que reflejen la realidad del desarrollo Hídrico a corto, mediano y largo plazos;
- VII. Participar en el Consejo de Cuenca que corresponda a la región;
- VIII. Participar en el análisis de los estudios técnicos relativos a la disponibilidad y usos del agua, al mejoramiento y mantenimiento de su calidad, a su conservación y la de los criterios para

seleccionar los proyectos y obras hidráulicas que se lleven a cabo en la cuenca o cuencas hidrológicas;

X. Apoyar los programas de usuarios del agua y fomentar la reparación del daño ambiental en materia de recursos hídricos y de ecosistemas vitales en riesgo;

XIX. Promover, difundir y fomentar entre los diversos usuarios del agua, su cuidado, su aprovechamiento sustentable, su reutilización y la manera en la que la adopción de estas prácticas contribuyen a la economía de los propios usuarios.

3.7 CONAGUA (Comisión Nacional del Agua)

La Comisión Nacional del Agua, órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, tiene a su cargo el ejercicio de las facultades y el despacho de los asuntos que le encomiendan la Ley de Aguas Nacionales y los distintos ordenamientos legales aplicables; los reglamentos, decretos, acuerdos y órdenes del Presidente de la República, así como los programas especiales y asuntos que deba ejecutar y coordinar en las materias de su competencia, artículo 1°.

En el artículo 13 corresponden al Director General de la Comisión las siguientes atribuciones:

- I. Ejercer las funciones que corresponden a la Comisión como órgano superior con carácter técnico, normativo y consultivo de la Federación;
- II. Ejercer la autoridad en lo concerniente a la gestión de los recursos hídricos y a la administración, gestión y custodia de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, de conformidad con lo establecido en la Ley, su Reglamento y este ordenamiento;
- III. Ejercer directamente o a través de las unidades administrativas competentes del nivel Nacional, además de aquéllas que le estén expresamente reservadas en la Ley, las siguientes atribuciones:
- IV. Dirigir, controlar y evaluar el funcionamiento de la Comisión, en sus niveles Nacional y Regional-Hidrológico administrativo.

El artículo 50 hace responsable a la Gerencia de Planificación Hídrica de las siguientes atribuciones:

- II. Coordinar y dar seguimiento a las acciones para lograr la gestión integrada de los recursos hídricos conforme a la planeación hídrica;
- IV. Formular e integrar, con la participación de las unidades administrativas del nivel Nacional y con base en los Programas Hídricos Regionales, el Programa Hídrico Nacional, sus subprogramas y programas especiales o de emergencia;

En el artículo 54 se menciona que la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Río se encarga de ciertas atribuciones, entre ellas:

- e) Análisis hidrológico de escurrimiento en situación de escasez extrema que permita prever y detectar sequías, a fin de tomar medidas oportunas para su adecuada atención;

Citando el artículo 82, “Corresponde a la Dirección Técnica las siguientes atribuciones:

XI. Aportar información, con base en los estudios que disponga y los estudios que realice, directamente o a través de terceros, para apoyar la ejecución de acciones para la prevención y atención de emergencias generadas por sequías, eventos de contaminación repentina, presencia de elementos tóxicos, fenómenos hidrometeorológicos, emergencias hidroecológicas y contingencias ambientales en materia de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, y vigilar y evaluar la evolución de fenómenos hidroclimáticos severos que puedan influir en las cuencas, cauces y almacenamientos de presas, así como realizar acciones tendientes a mitigar sus efectos negativos;

XVI. Realizar análisis hidrológicos de escurrimiento en situaciones de escasez extrema, que permitan prever y detectar sequías, así como el acopio, análisis, evaluación y procesamiento de registros de lluvias, escurrimientos, almacenamientos, sedimentos y evolución de presas, e informar de sus resultados al Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas”.

Capítulo 4. Descripción General de la Zona de Estudio.

4.1 Ubicación

La Zona Metropolitana de Xalapa (ZMX) está conformada por cinco municipios, Banderilla, Coatepec, Emiliano Zapata, Tlalnahuayocan y Xalapa, este último es el municipio central de la zona metropolitana. La Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Xalapa, solo proporciona servicio a las localidades de Xalapa y Zona Urbana; Las Trancas, Jacarandas, Gravileas, Mpio. de Emiliano Zapata; Zamora, Guadalupe Victoria; La Haciendita del Mpio. de Banderilla y el Ejidal del Mpio. De San Andrés Tlalnahuacoyan, por lo que estas localidades serán la zona de estudio (Figura 4.1).

La ciudad de Xalapa se ubicada geográficamente a los 19°32'24” latitud norte y 96°55'39” longitud oeste, con una altitud promedio de 1427 msnm, en las faldas del cerro Macuiltépetl y las estribaciones orientales del Cofre de Perote, en la zona de transición entre la Sierra Madre Oriental y la planicie costera del Golfo de México.

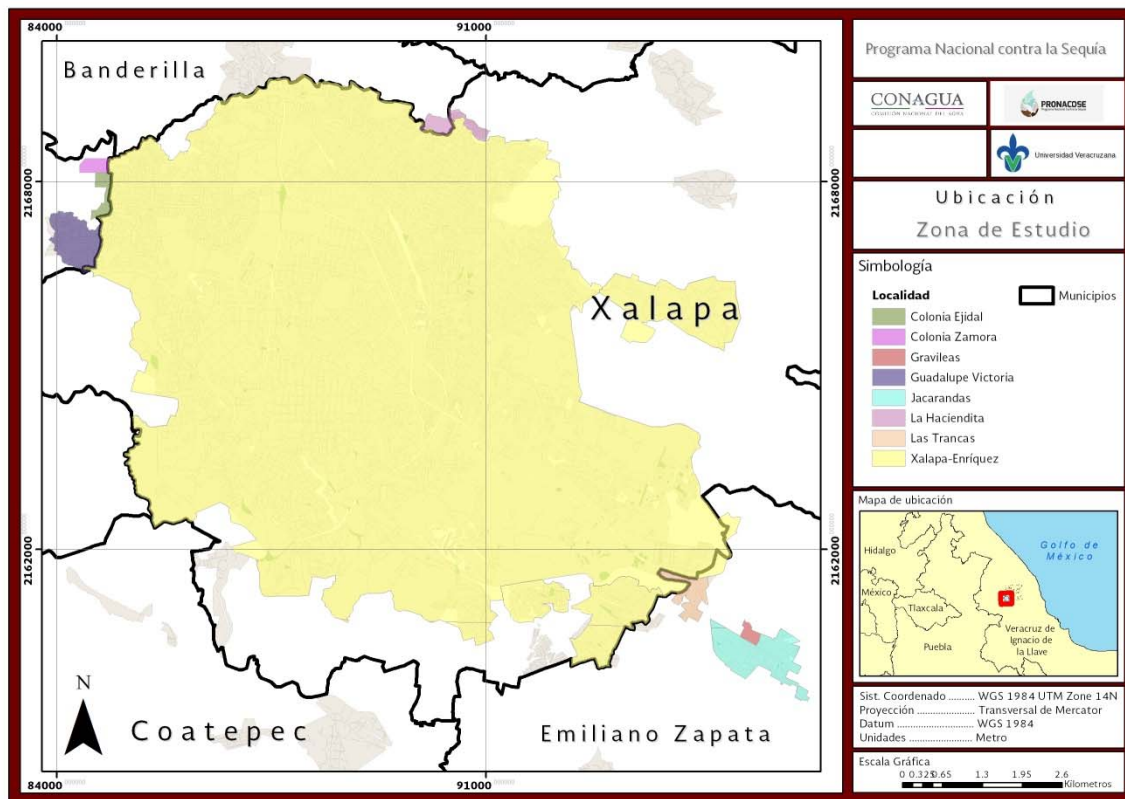


Fig. 4.1. Localización de la Zona Metropolitana de Xalapa.

4.2 Población

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el INEGI, la población en la Zona Metropolitana de Xalapa es de 644,199 habitantes, el municipio de Xalapa es el que presentó el mayor número de habitantes con 457,928.

La tasa de crecimiento poblacional de la década 2000-2010 del municipio de Xalapa es de 1.6%, lo que muestra una tendencia a disminuir de acuerdo a la tasa de la década anterior (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Población, tasa de crecimiento y densidad media urbana, 1990-2010

| Clave | Municipio | Población | | | Tasa de crecimiento medio anual (%) | | Superficie ¹ (km ²) | DMU ² (hab/ha) |
|-------|-----------|-----------|---------|---------|-------------------------------------|-----------|--|---------------------------|
| | | 1990 | 2000 | 2010 | 1990-2000 | 2000-2010 | | |
| 30087 | Xalapa | 288,454 | 390,590 | 457,928 | 3.1 | 1.6 | 124.6 | 106.9 |

¹ El dato de Superficie se obtuvo de las Áreas Geoestadísticas Municipales (AGEM), del Marco Geoestadístico Nacional 2010.

² Densidad Media Urbana: El dato de superficie para el cálculo de la DMU se obtuvo a partir de las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) urbanas, de la Cartografía Geoestadística Urbana del Censo de Población y Vivienda 2010.

Nota: Los límites estatales y municipales fueron compilados del marco geoestadístico del INEGI, el cual consiste en la delimitación del territorio nacional en unidades de áreas codificadas, denominadas Áreas Geoestadísticas Estatales (AGEE) y Áreas Geoestadísticas Municipales (AGEM), con el objeto de referenciar la información estadística de censos y encuestas. Los límites se apegan en la medida de lo posible a los límites político-administrativos.

Fuente: Elaborado por el Grupo Interinstitucional con base en los Censos Generales de Población y Vivienda 1990 y 2000, y el Censo de Población y Vivienda 2010.

4.3 Economía

La dinámica económica de la Xalapa está fundamentada en el desarrollo de sus actividades terciarias. La distribución de la Población Económicamente Activa (PEA) para el municipio de Xalapa, muestra porcentajes bajos del sector primario en comparación con los otros dos sectores (Tabla 4.3). Los principales motores económicos de Xalapa (Tabla 4.4) son el sector gobierno con sus servicios públicos, los servicios privados y el comercio. En el año 2010 la población total de Xalapa era de 351,725 personas y de estos el 56% era PEA.

Tabla 4.3. Empleo 2010

| Indicador | Xalapa |
|------------------------------------|---------|
| Población de 12 años y más | 351,725 |
| Población económicamente activa | 198,673 |
| PEA ocupada | 192,193 |
| Sector primario | 2.50% |
| Sector secundario | 16.90% |
| Sector terciario | 79.40% |
| No especificado | 1.20% |
| PEA desocupada | 6,480 |
| Población no económicamente activa | 152,004 |
| Estudiantes | 65,355 |
| Quehaceres del hogar | 65,205 |
| Jubilados y pensionados | 13,054 |
| Incapacitados permanentes | 3,075 |
| Otro tipo | 5,315 |
| Tasa de participación económica | 56.50% |
| Tasa de ocupación | 96.70% |

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010

Tabla 4.4. Principales Características de las Unidades Económicas, 2008

| Indicador | Xalapa |
|--|---------------|
| Unidades económicas | 19,687 |
| Personal ocupado total | 91,626 |
| Personal ocupado dependiente de la razón social total | 81,645 |
| Personal ocupado dependiente de la razón social remunerado | 52,405 |
| Personal ocupado no dependiente de la razón social | 9,981 |
| Total de remuneraciones (miles de pesos) | 3,964,001 |
| Producción bruta total (miles de pesos) | 21,632,679 |
| Consumo intermedio (miles de pesos) | 10,334,985 |
| Valor agregado censal bruto (miles de pesos) | 11,297,694 |
| Formación bruta de capital fijo (miles de pesos) | 1,125,782 |
| Variación total de existencias (miles de pesos) | 75,884 |
| Total de activos fijos (miles de pesos) | 14,181,997 |

Fuente: INEGI. Censos Económicos 2009

Capítulo 5. Información Climatológica

5.1 Climatología

La ciudad de Xalapa pertenece a la Zona Metropolitana de Xalapa (ZMX) y esta presenta tres tipos de climas, templado húmedo **(C(fm))** en la parte alta y semicálido húmedo **(A)C(fm)** y **(A)C(m)** con dos diferentes regímenes en las partes más bajas (Figura 5.1).

En la parte alta de la zona domina el clima del tipo templado húmedo **C(fm)** con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre 3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente alrededor de los 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de los 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

También se presenta un clima semicálido húmedo **(A)C(fm)** cuya temperatura media anual es mayor de 18°C, en tanto que la temperatura del mes más frío es menor de los 18°C y la temperatura del mes más caliente es mayor de 22°C. La precipitación del mes más seco es mayor a 40 mm, se tienen lluvias de verano e invierno con un porcentaje de precipitación invernal menor al 18% del total anual.

Y por último, en la parte más baja de la zona se tiene un clima semicálido húmedo **(A)C(m)** con lluvias durante todo el año. La temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Este clima constituye la transición de los cálidos a los templados.

Como puede observarse en la Tabla 5.1, la Zona Metropolitana de Xalapa durante el periodo 1951-2010, el municipio con el registro de temperatura máxima más alta es Coatepec con 26.1 °C, en la Figura 5.2 se puede apreciar su distribución de la temperatura máxima, mientras que, en Tlalnahuayocan se ha registrado una temperatura mínima de 7.2°C y en la Figura 5.3 se presenta la distribución de la temperatura mínima de la misma zona. La temperatura media más baja la registra Rafael Lucio con 12.7 °C y la más alta Emiliano Zapata con 20.7°C, así como también en la Figura 5.4 se ve su distribución de la temperatura media. En cuanto a la precipitación, las siete estaciones climatológicas tienen una media anual por arriba de los 1100 mm (Tabla 5.1) y su distribución se aprecia en la Figura 5.5.

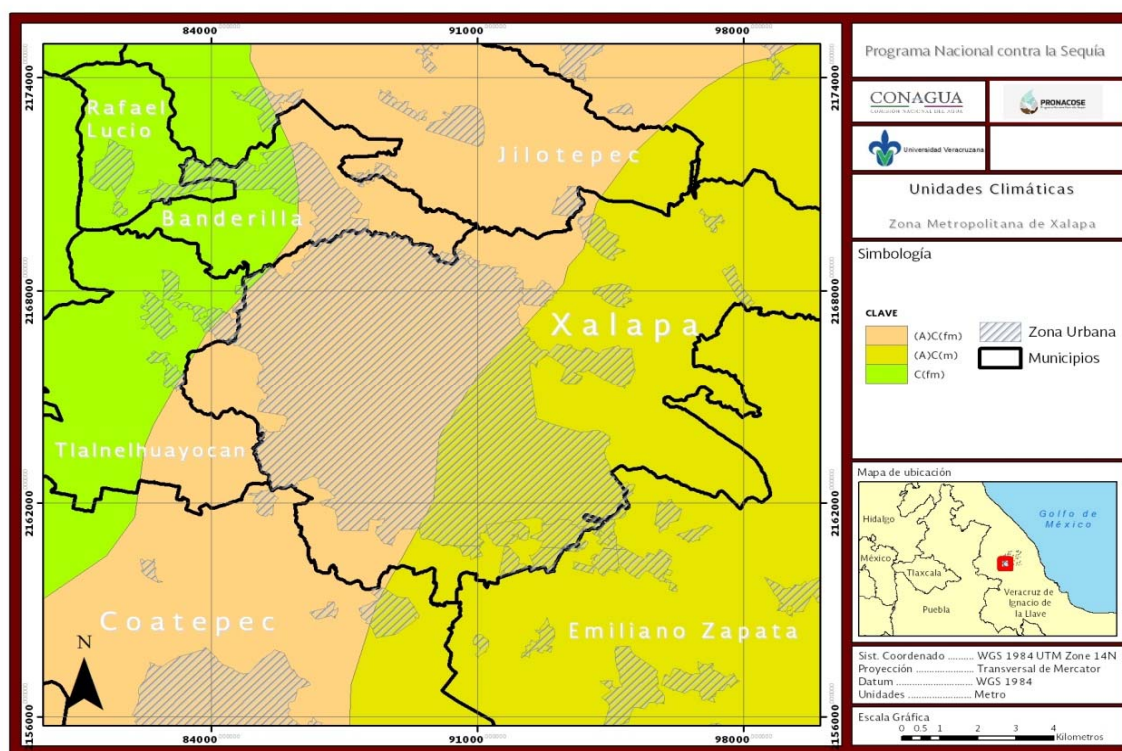


Figura 5.1. Climas. Fuente: www.pronacose.gob.mx

Tabla 5.1 Normales Climatológicas 1951-2010

| Municipio | Estación Climatológica | Temperatura Anual (°C) | | | Precipitación Media Anual (mm) |
|-----------|------------------------|------------------------|-------|--------|--------------------------------|
| | | Máxima | Media | Mínima | |
| Xalapa | Xalapa (DGE) | 24.7 | 19.2 | 13.7 | 1435.8 |

Fuente: CONAGUA (2014)

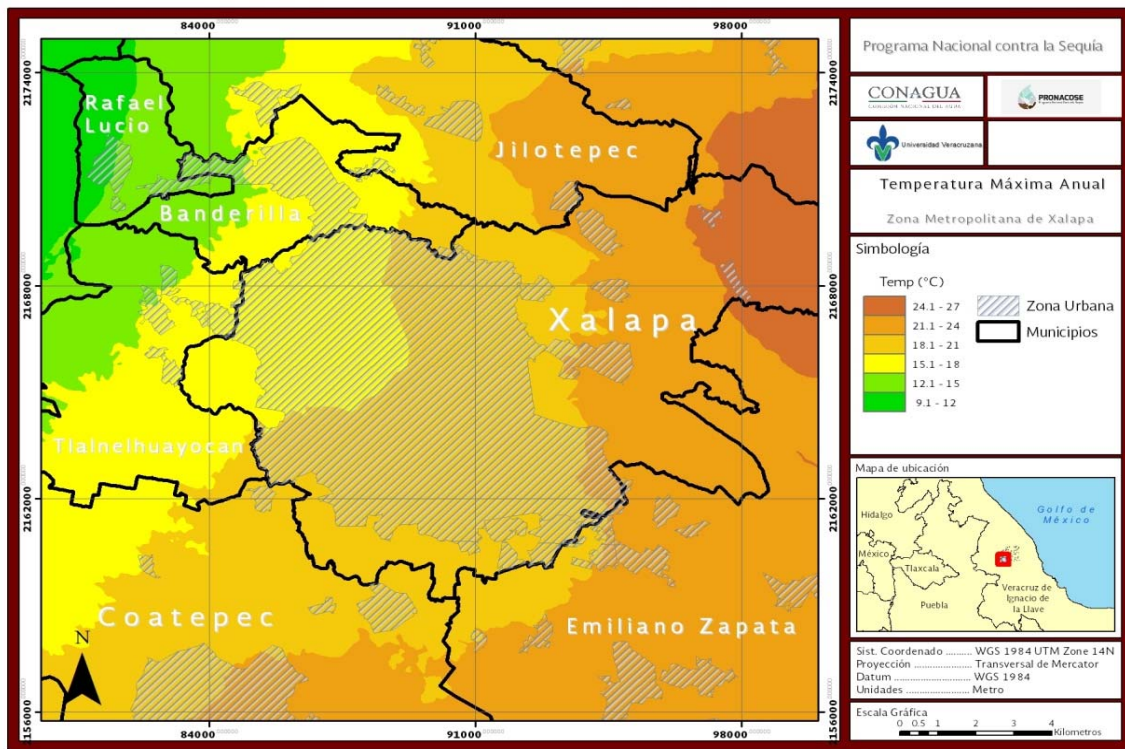


Figura 5.2. Temperatura Máxima Anual (°C). Fuente: www.pronacose.gob.mx

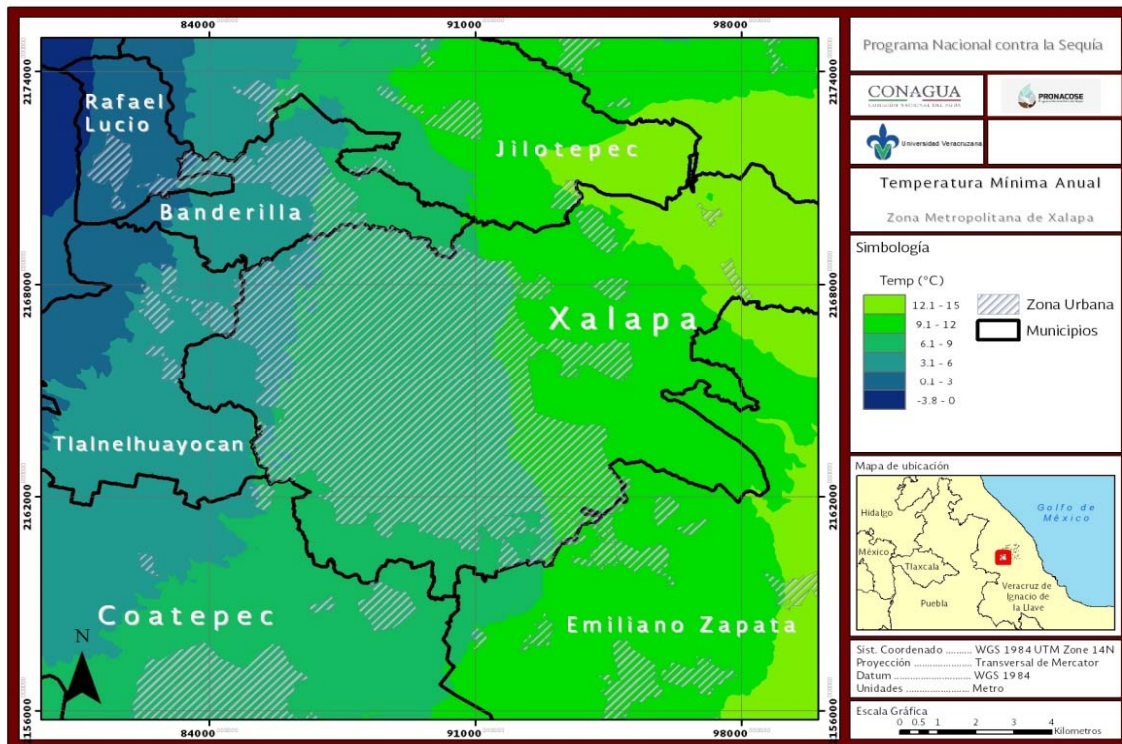


Figura 5.3. Temperatura Mínima Anual (°C). Fuente: www.pronacose.gob.mx

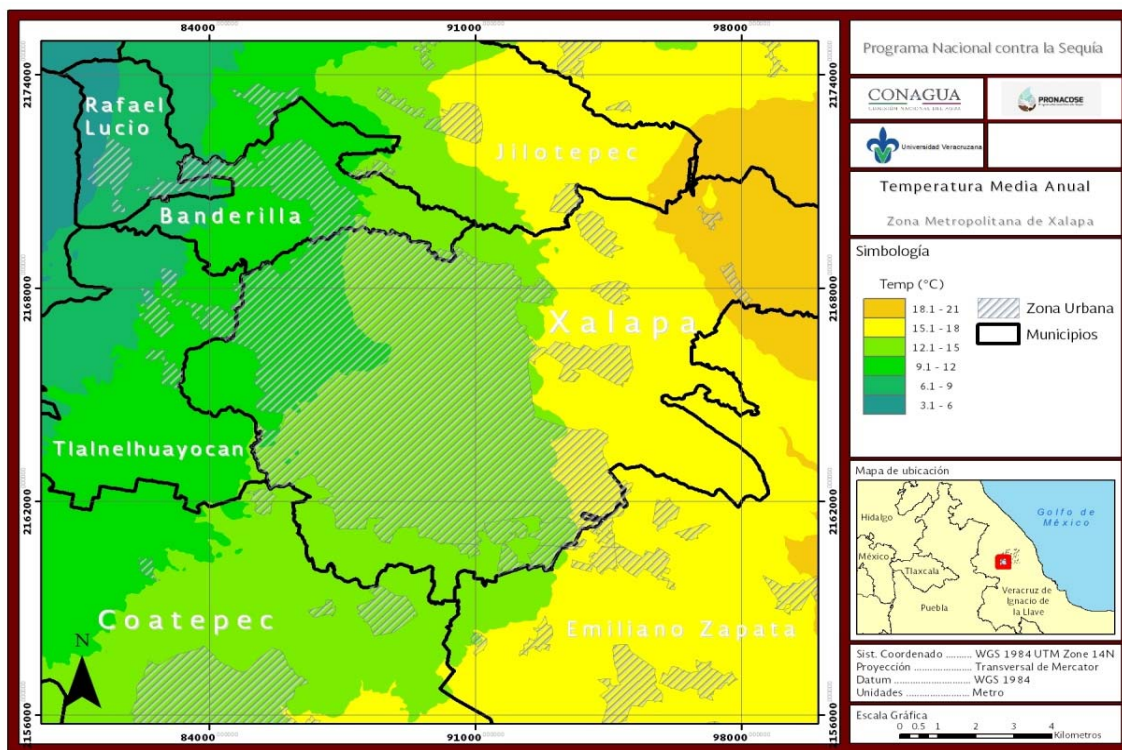


Figura 5.4. Temperatura Media Anual (°C). Fuente: www.pronacose.gob.mx

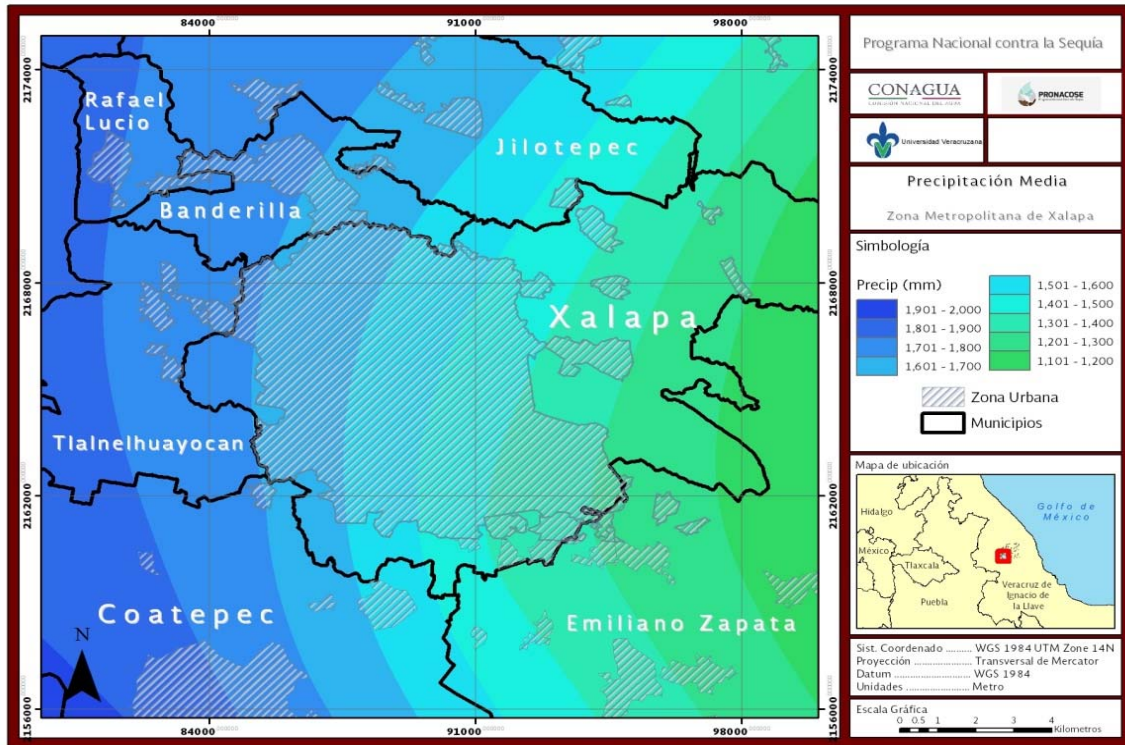


Figura 5.5. Precipitación Media Anual (mm). Fuente: www.pronacose.gob.mx

5.2 SPI

El Índice Estandarizado de Precipitación (SPI, por sus siglas en inglés) es el valor resultante del análisis de los registros de precipitación, que sirve para determinar la severidad y temporalidad de una sequía. El SPI es un índice de normalización de la precipitación histórica que permite identificar condiciones de déficit y exceso de precipitación a corto y largo plazo (Figura 5.6). Los valores son representativos de la variabilidad de la precipitación con respecto a su historial, en donde los valores negativos indican déficit y los positivos superávit. Los mapas muestran patrones espaciales de 1, 3, 6, 9, 12 y 24 meses, en donde las características para períodos largos o cortos se clasifica como:

- 1 mes. Indica las condiciones de humedad del suelo
- 3 meses. Una estimación de la precipitación estacional
- 6/9/12/24 meses. Los impactos en los niveles de reserva de agua

Para identificar los periodos de sequía se decidió utilizar las series de SPI-12 de la estación climatológica más cercana a la zona de estudio. A manera de ejemplo, se muestra un año dentro del periodo más severo de las sequías identificadas (Figura 5.7).

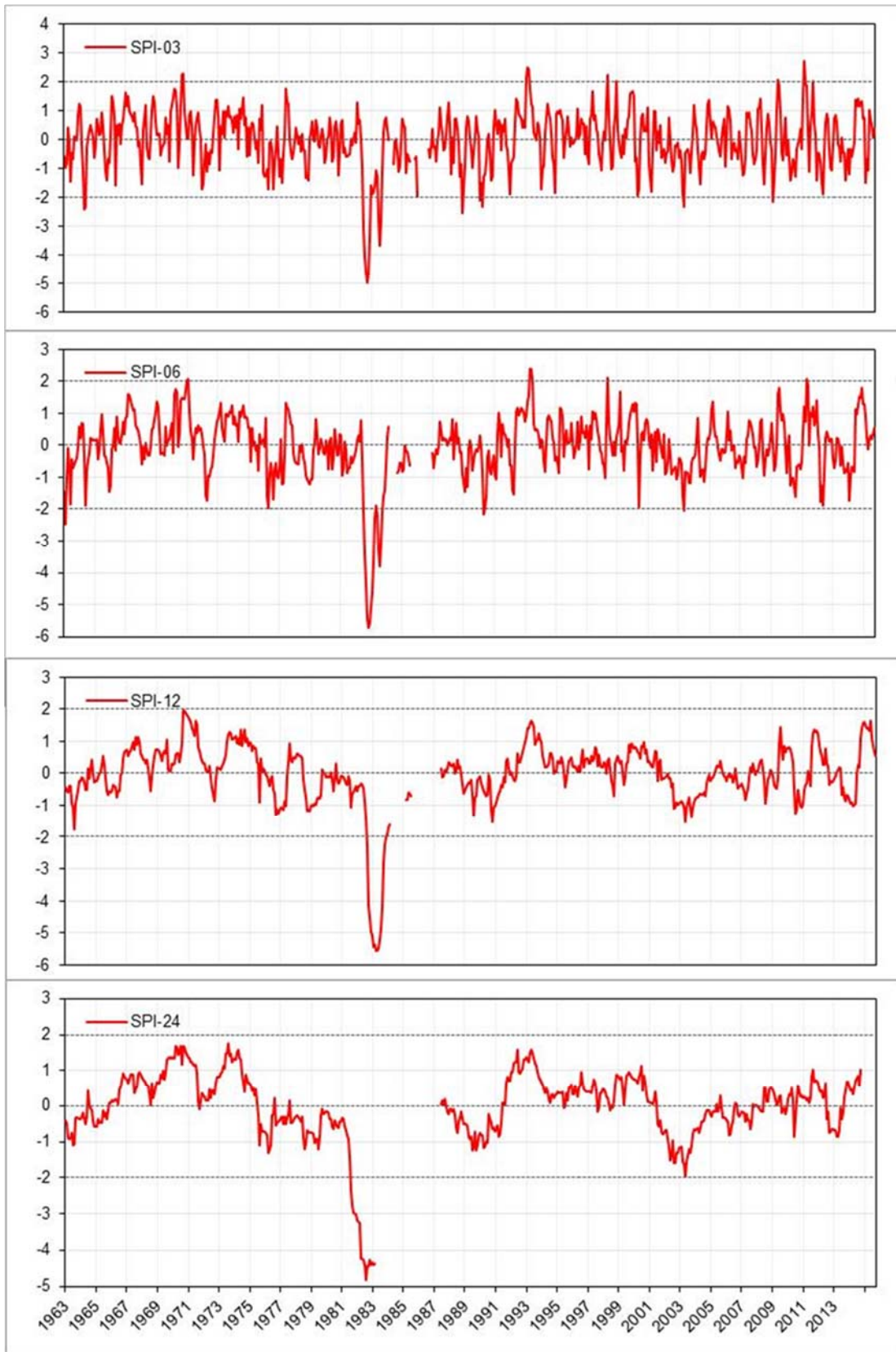


Figura 5.6. Series de SPI de 3, 6, 12 y 24 meses para la estación de "Naolinco de Victoria"

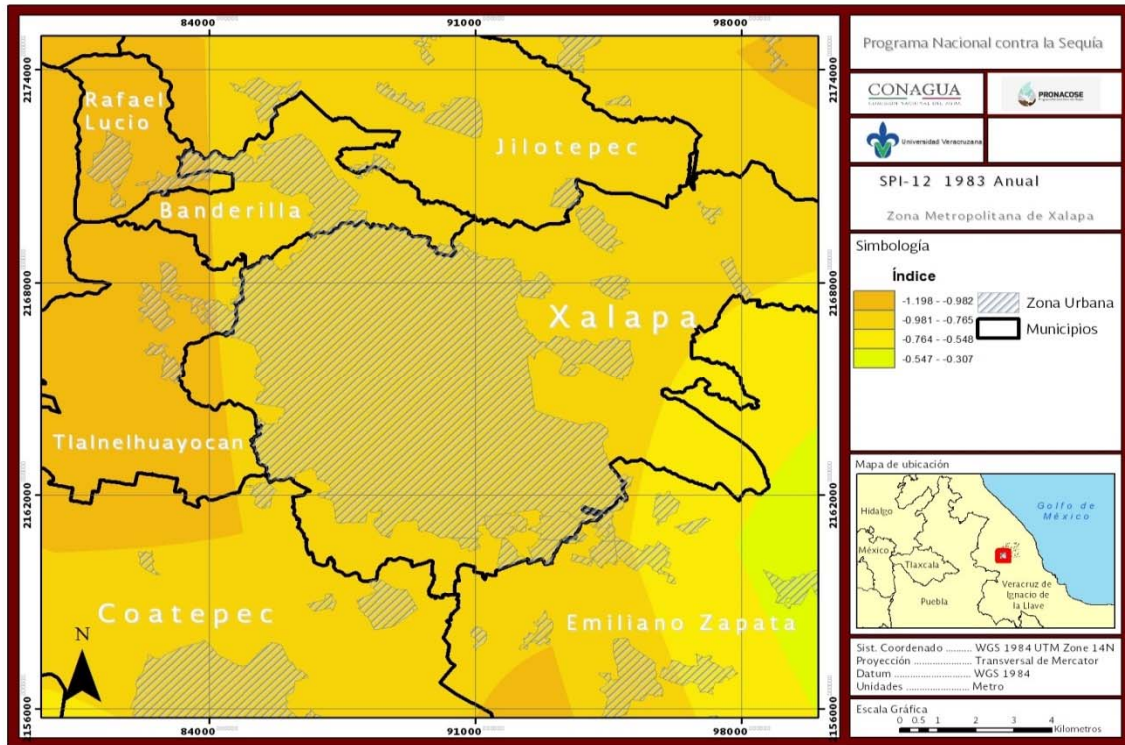


Figura. 5.7. Mapas de SPI-12 para el año del 1983

5.3 SDI

El Índice de Sequía por Esguimiento o sequía hidrológica (SDI, por sus siglas en inglés), es el valor resultante del análisis de los registros de esguimiento o caudal en ríos que sirve para determinar la severidad y temporalidad de una sequía. La sequía hidrológica se refiere a las deficiencias en las disponibilidades de agua, tanto de la superficie como la subterránea, y es medida con base en los esguimientos y los niveles en lagos, embalses y los niveles en acuíferos. Como tal, las mediciones hidrológicas no son los primeros indicadores de sequía, ya que cuando la precipitación es reducida o deficiente durante un periodo prolongado de tiempo, esta escasez se refleja en la disminución de los niveles de agua en embalses y en los niveles de las aguas subterráneas. Para la ZMX la estación hidrométrica más cercana y que atribuye al esguimiento superficial es a la de Cardel, localizada en el municipio de Cardel, Veracruz (Figura 5.8).

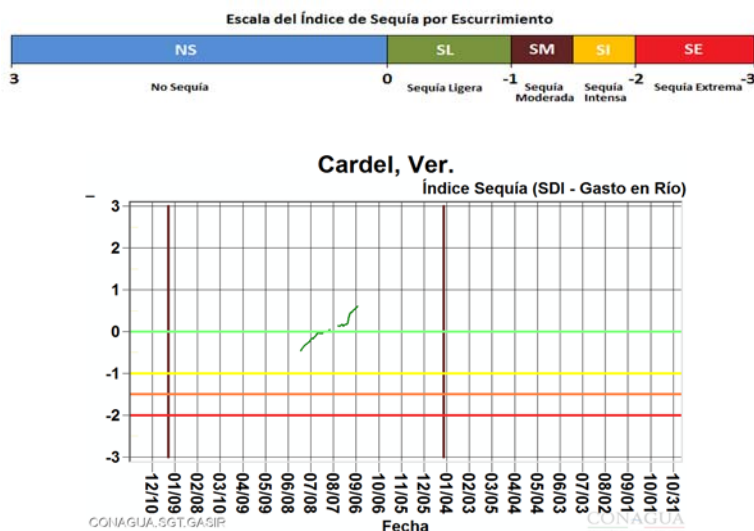


Figura 5.8. Índice de Sequía (SDI) para la estación de Cardel. Fuente Conagua 2014

5.4 Monitor de Sequía

En el año 2002, con la participación de diversos expertos de los Servicios Meteorológicos de Canadá, Estados Unidos y México inició su operación el llamado Monitor de Sequía de Norteamérica (NADM, por sus siglas en inglés), cuya finalidad es proporcionar una evaluación integrada de la magnitud y extensión espacial de la sequía para su planificación, respuesta y mitigación a nivel nacional, regional y local (Lawrimore *et al.*, 2002).

Este monitor de sequía mensualmente genera una serie de mapas (Figura 5.9) indicando las regiones que se encuentran experimentando algún grado de severidad de sequía e indicando el impacto de ésta en los sectores agua, agricultura e incendios. De acuerdo a este monitor, el grado de severidad de la sequía (cinco categorías: D0-D4) está basado en seis indicadores físicos claves (sequía, humedad del suelo, caudal y salud de vegetación) y algunos indicadores suplementarios (Tabla 5.2) (Svoboda *et al.* 2002), que son combinados a través de una interpretación subjetiva por parte de los expertos locales y regionales de cada institución participante.

Tabla 5.2. Clasificación del Monitor de Sequía

| Tipo de sequía | | Rangos asociados de los indicadores | | | | | |
|----------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------|---------------------|
| Cat. | Descripción | PDSI | Humedad del suelo | Percentil semanal de caudal | Porcentaje de lo normal | SPI | Salud de vegetación |
| D0 | Anómalamente seco | -1.0 a -1.9 | 21-30 | 21-30 | < 75% por 3 meses | -0.5 a -0.7 | 36-45 |
| D1 | Sequía moderada | -2.0 a -2.9 | 11-20 | 11-20 | < 70% por 3 meses | -0.8 a -1.2 | 26-35 |

| | | | | | | | |
|-----------|--------------------|-------------|------|------|--------------------|-------------|-------|
| D2 | Sequía severa | -3.0 a -3.9 | 6-10 | 6-10 | < 65% por 6 meses | -1.3 a -1.5 | 16-25 |
| D3 | Sequía extrema | -4.0 a -4.9 | 3-5 | 3-5 | < 60% por 6 meses | -1.6 a -1.9 | 6-15 |
| D4 | Sequía excepcional | < -5.0 | 0.2 | 0.2 | < 65% por 12 meses | < -2.0 | 1-5 |

Monitor de Sequía de América del Norte

Septiembre 30, 2014
Liberado: Viernes, 10 de Octubre de 2014

<http://www.ncdc.noaa.gov/nadm.html>

Analistas:
Canada - Trevor Hadwen
Mexico - Reynaldo Pascual
Adelina Albanil
U.S.A. - Brian Fuchs*
Richard Heim

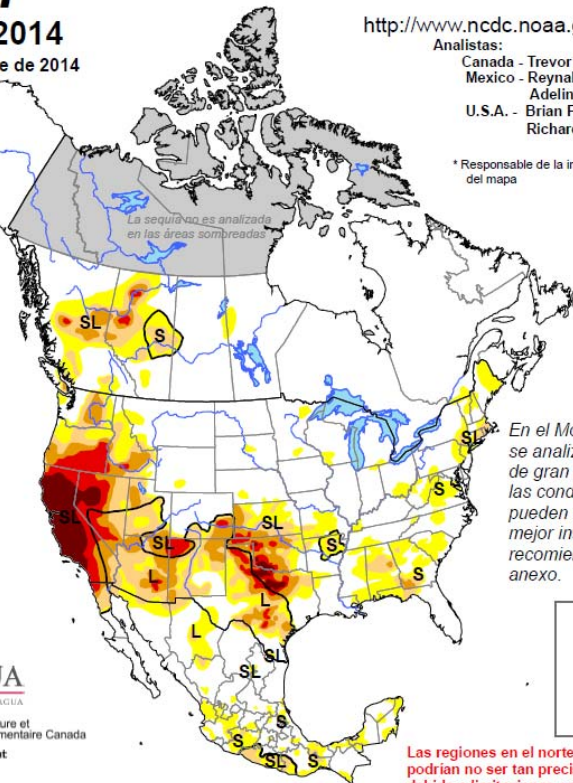
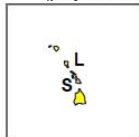
* Responsable de la integración del mapa

Intensidad de la Sequía:

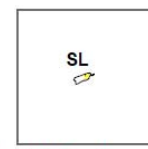
- D0 Anormalmente Seco
- D1 Sequía - Moderada
- D2 Sequía - Severa
- D3 Sequía - Extrema
- D4 Sequía - Excepcional

Tipos de Impacto de la Sequía:

- ~ Delimita impactos dominantes
- S = Corto periodo, típicamente <6 meses (p.ej. agricultura, pastizales)
- L = Largo periodo, típicamente >6 meses (p.ej. hidrología, ecología)



En el Monitor de Sequía se analizan condiciones de gran escala, por lo que las condiciones locales pueden variar. Para una mejor interpretación se recomienda ver el texto anexo.



Las regiones en el norte de Canadá podrían no ser tan precisas como el resto, debido a limitaciones en la información.



Figura 5.9. Mapa de sequía para Septiembre 2014 de acuerdo al Monitor de sequía (Fuente: <http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/nadm>).

La clasificación viene acompañada en un mapa con texto en el que se describe la severidad de la sequía y sus impactos en cada una de las tres naciones que integran este monitor. Los productos generados por este monitor pueden ser consultados en: <http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/nadm/>.

5.5 Monitor de Sequía en México

El Monitor de Sequía en México se realiza cada quince días. Incluye el análisis de los índices/indicadores de sequía en los últimos 30, 60, 90, 180 y 360 días con corte a la fecha de emisión de los mapas. Estos índices incluyen el SPI, Porcentaje de Normal de la Lluvia, Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés), Índice de Salud de la Vegetación (VHI, por sus siglas en inglés) , Modelo de Humedad del Suelo Leaky Bucket, entre otros.

Como apoyo para el análisis de la sequía en México, PRONACOSE ha generado una tabla de "Indicadores del tipo de Sequía por Municipio, en la cual mensualmente se etiqueta a cada municipio de la Republica Mexicana de acuerdo a la intensidad de la sequía que presenta. La Tabla 5.3 muestra los eventos históricos de sequía registrados desde febrero del 2008 hasta la actualidad para los cinco municipios de la zona de estudio y en la Figura 5.10 la cuantificación de los eventos de sequía del 31/01/2008 hasta el 15/10/2014.

Tabla 5.3. Concentrado histórico de sequías por municipio

| Fecha | Xalapa |
|------------|-------------------|
| 30/04/2008 | Moderada |
| 31/05/2008 | Moderada |
| 30/06/2008 | Moderada |
| 31/07/2008 | Moderada |
| 31/08/2008 | Moderada |
| 30/09/2008 | Moderada |
| 31/08/2009 | Moderada |
| 30/04/2011 | Moderada |
| 31/05/2011 | Severa |
| 30/06/2011 | Extrema |
| 31/07/2011 | Moderada |
| 31/08/2011 | Moderada |
| 30/11/2011 | Anormalmente Seco |
| 31/12/2011 | Anormalmente Seco |

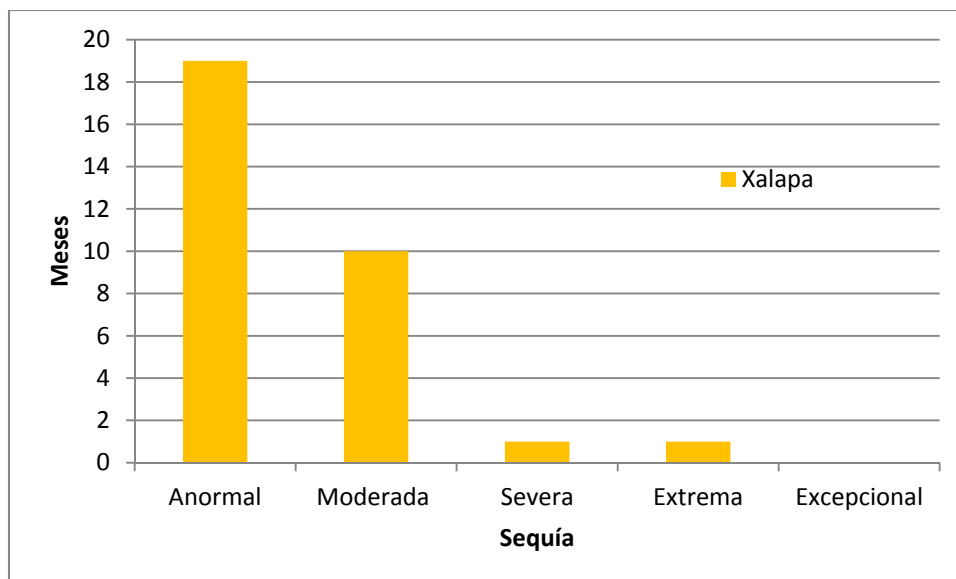


Figura 5.10. Cuantificación de los eventos de sequía del 31/01/2008 hasta el 15/10/2014

Capítulo 6. Evaluación de la Oferta/Abasto del Agua

6.1. Suministro de agua Superficiales y Subterránea

Los volúmenes con Títulos y Permisos de Agua según el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la CONAGUA para Xalapa y sus usos de diferentes sectores son mostrados en la tabla 6.1.

Tabla 6.1 relación de los diferentes sectores en usos del agua para la ZMX

| Sector | Volumen extracción de aguas nacionales que ampara el título | Volumen aprovechamientos superficiales | Volumen aprovechamientos subterráneos (m ³ /año) | Volumen de descarga (m ³ /día) |
|----------------|---|--|---|---|
| Agrícola | 10.48% | 10.55% | - | - |
| Doméstico | 0.01% | 0.01% | - | - |
| Múltiple | 1.20% | 0.51% | 99.996% | 0.10% |
| Público Urbano | 88.10% | 88.71% | - | 99.36% |
| Servicios | 0.22% | 0.22% | 0.0039% | 0.54% |
| Total | 28,258,664.12 m ³ /año | 28,064,676.12 m ³ /año | 193,995.5 m ³ /año | 43,316.04 m ³ /año |

Para el sector Público Urbano es el que representa la mayor cantidad de abastecimiento de agua con 24,896,256.1 m³/año, del cual el 23,967,360.00 m³/año corresponde a CAEV (Tabla 6.2), el resto le corresponde principalmente a Comisión Estatal De Agua Y Saneamiento.

Tabla 6.2. Títulos y permisos de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes del sector Público Urbano de la ciudad de Xalapa, Ver.

| Titular | Título | Volumen extracción de aguas nacionales que ampara el título (m ³ /año) | Volumen aprovechamientos superficiales (m ³ /año) | Volumen de descarga (m ³ /día) |
|--|----------------------|---|--|---|
| Calpan S. A. De C. V. (Unidad Habitacional Miradores del Sumidero) | 3VER103604/28HQGE97 | 0 | 0 | 242.4 |
| Comisión Estatal de Agua Y Saneamiento | 10VER106846/27HDGE98 | 59,787.00 | 59,787.00 | 0 |
| Comisión Estatal de Agua Y Saneamiento | 10VER131181/28HAGR01 | 779,530.50 | 779,530.50 | 1,708.55 |
| Comisión Estatal de Agua Y Saneamiento | 3VER104650/28HOGE97 | 13,195.00 | 13,195.00 | 0 |
| Comisión Municipal de Agua Potable Y Saneamiento de Xalapa, Ver. | 3VER102013/28HAGR96 | 23,967,360.00 | 23,967,360.00 | 40,778.00 |
| Comité de Agua Potable de El Limón | 3VER103216/28HOGE96 | 18,921.60 | 18,921.60 | 0 |
| H. Ayuntamiento Constitucional de Emiliano Zapata, Ver. | 10VER111977/28HOGR98 | 20,650.00 | 20,650.00 | 0 |
| H. Ayuntamiento Constitucional de Emiliano Zapata, Ver. | 10VER120334/28HOGR99 | 19,237.00 | 19,237.00 | 0 |
| H. Ayuntamiento Constitucional de Xalapa, Ver. | 3VER104482/28HOGE97 | 17,575.00 | 17,575.00 | 0 |
| Jardines de Las Flores 2000, A.C. | 6VER101077/28HQGE96 | 0 | 0 | 306.24 |
| Macrino Castillo Guevara | 10VER130631/28HAGR00 | 0 | 0 | 4.32 |

La ciudad de Xalapa tiene como principales fuentes superficiales ríos y manantiales, de los cuales el río Huitzilapan tiene al mayor gasto concesionado para CMAS con 1000 litros por segundo (L/s), teniendo un gasto real producido de 1,000 (L/s) a 1,1200(L/s) (Tabla 6.3).

Tabla 6.3 Aprovechamientos Superficiales registrados en Xalapa, Ver., para el Público Urbano, fuente principal es de la Región Hidrológica Papaloapan.

| No . | Instalación | Fuente de Abastecimiento | Localidad | Municipio | DESTINO | Estado | Gasto (L/s) Concesionado | Gasto Real (L/s) Producido | Observaciones |
|------|----------------------|---------------------------------|--------------|--------------|---------------------------------------|----------|--------------------------|----------------------------|---|
| 1 | Presa Huitzilapan | Río Huitzilapan | Tzalzín | Quimixtlan | caja rompedora Caja Cuatro (Coatepec) | Puebla | 1000 | 1000 a 1120 | Abastecimiento del río Huitzilapan. |
| 2 | Presa Cinco Palos | Río Cinco Palos | Cinco palos | Coatepec | caja rompedora Caja Cuatro (Coatepec) | Veracruz | 100 | 59 a 73 | Abastecimiento del río Cinco Palos, se une con Huitzilapan en la caja rompedora de presión denominada Caja 4. |
| 3 | Presa Alto Pixquiac | Manantiales del Cofre de Perote | Varios | Acajete | Tanque Zona Alta Xalapa) | Veracruz | 250 | 180 a 260 | Este abastecimiento cuenta con 12 Pequeños Manantiales someros los cuales se encuentran dispersos alrededor del alto Pixquiac en donde se tiene una caja colectora donde está La Obra de toma del acueducto |
| 4 | Presa Medio Pixquiac | Río Pixquiac | Rancho Viejo | Tlalnahuacán | Tanque Zona Media Xalapa) | Veracruz | 250 | 180 a 280 | En la parte baja de la Cuenca se tiene este río |
| 5 | Presa Socoyolapa | Río Socoyolapa | El Capulín | Tlalnahuacán | Tanque Loma Sol (Xalapa) | Veracruz | 100 | 58 a 90 | Abastecimiento del río Socoyolapa el cual no va a la planta potabilizadora Xalapa I si no que abastece un solo sector de la ciudad. |
| 6 | Bombeo Castillo | Manantial del Castillo | El Castillo | Xalapa | Estación de Rebombeo Animas (Xalapa) | Veracruz | 60 | 25 a 46 | Este abastecimiento cuenta con un pequeño manantial somero en la congregación del Castillo en donde es bombeado a un solo sector de la ciudad sin pasar por la planta potabilizadora. |

| | | | | | | | | | |
|---|------------|----------------------|----------------|-----------------|--------------------------|----------|-----|----|--|
| 7 | Agua Santa | Manantial Agua Santa | San. Antonio | Tlalnelhuayocan | Tanque Fovisste (Xalapa) | Veracruz | N/A | 8 | este abastecimiento cuenta con pequeños manantiales someros los cuales se concentran en una pequeña presa y de allí abastece a un solo sector de la ciudad sin pasar por la planta potabilizadora. |
| 8 | Sedeño | Río Sedeño | Plan de Sedeño | Acajete | | Veracruz | N/A | 15 | esta fuente ya no se usa a su capacidad porque el aprovechamiento se donó a banderilla, únicamente se toman en ocasiones los sobrantes con máximo de 15 L.P.S. |

Actualmente, el abastecimiento de Xalapa es aproximadamente de 1750 l/s, teniendo como suministro, la extracción de agua de captaciones de agua superficiales a través de un sistema de gravedad por acueductos y cajas interconectadas.

Siendo captaciones naturales en zonas altas, la calidad del agua generalmente es buena ya que, al ser conducida mediante tuberías, el agua no se ve expuesta en su mayoría a agentes contaminantes, sin embargo, si a tomas clandestinas o extra oficiales. El agua proveniente del río Huitzilapan llega a la planta potabilizadora en la ciudad de Xalapa para poder ser entregada desinfectada y potabilizada para el uso que posteriormente se le dé.

El agua que se proporciona a la ciudad de Xalapa es suficiente para cubrir la demanda de la población en casi su totalidad, sin embargo, en épocas de estiaje, la demanda por el recurso hídrico se eleva, ya que muchos de los asentamientos humanos emergentes, fraccionamientos o colonias aledañas, carecen de agua en estas épocas debido a un mal diseño hidráulico o a un escaso control de fugas y mal mantenimiento de tuberías.

El control de calidad del agua es un factor fundamental dentro de la distribución del agua, debido a que es parte vital del consumo humano y, un fallo en el sistema de calidad puede generar enfermedades que pueden ser mortales. Y dañar considerablemente a una población en específico.

6.2. Descripción de la Infraestructura

En Xalapa, Ver. hay solo una Planta Potabilizadora y se ubicada en los 19° 33' 15.59"N y los 96° 55' 52.16"O con una capacidad instalada de 530 l/s y tiene una infraestructura que se extiende a lo largo de 16,524 m², la planta potabilizadora de Xalapa procesa, clarifica y potabiliza un caudal medio anual de 31,732,616,000 l/s según fuente de CMAS.

Esta planta se localiza en la Prolongación Acueducto, de la colonia Lomas de San Roque (Figura 6.4), lugar donde se da tratamiento de clarificación y desinfección al agua que proviene de la presa Huitzilapan, para dejarla en condiciones de uso y consumo humano, y cumplir con la norma oficial 127 de la Secretaría de Salud, con una superficie total de terreno de 16, 524 m², se tiene que opera a un gasto promedio de 1050 l/s, que suministra tratamiento a las 2 fuentes de abastecimiento que son el Río Huitzilapan y Cinco Palos.

Los procedimientos realizados dentro de la planta para tener un recurso utilizable en los diferentes aspectos para la vida cotidiana se encuentran que, al recibir el agua desde los ríos Huitzilapan y Cinco Palos, esta entra en la caja rompedora de presión, cuyo objetivo es romper la presión existente en las líneas de conducción y generar un flujo laminar y por diferencia de nivel distribuir al resto de las unidades de proceso. En este tanque se encuentra un difusor de gas cloro con el que se otorga una pre-cloración que evita el crecimiento de hongos, algas, líquenes y bacterias. Después pasa por la dosificación del coagulante. Una vez la dosis óptima, el agua pasa a los floculadores donde con una dosificación controlada y una agitación lenta se forman los flóculos que son agregados de materia flotante, como tierra, arcilla y arena. El agua pasa a los sedimentadores, donde se favorece la sedimentación que es el proceso mediante el cual se separan el agua clarificada de los flóculos. Un vez que el agua recolecta los sedimentadores pasa por la unidad de filtros, en la que se lleva a cabo el proceso que consiste en permear por gravedad el agua sedimentada a través de un lecho filtrante. El proceso de desinfección consiste en aplicar cloro gas al agua filtrada en el tanque de aguas claras para que reaccione formando ácido hipoclorhídrico que destruye los organismos infecciosos presentes en ella. Para finalizar el proceso, la distribución de agua clarificada y desinfectada es enviada a la red de tanques de distribución y regulación a través de dos tuberías de salida de 48” de diámetro.

En la planta Potabilizadora de Xalapa cuenta con un tanque de aguas claras, que almacena temporalmente el agua previamente potabilizada antes de ser enviada a la red de distribución. Este tanque tiene una superficie de 20.4 m por 20.4 m con una profundidad de 6m y un volumen útil de 2148 m³.

Actualmente Xalapa cuenta con dos plantas de tratamiento de aguas residuales (Tabla 6.4). La planta de tratamiento de aguas residuales I, se localiza en el predio denominado “La Palma” en la congregación el Lencero, municipio de Emiliano Zapata, estado de Veracruz; a 4.5 Km. de la central de Abastos de la Ciudad de Xalapa, Veracruz. El afluente proveniente de la ciudad es conducido a través de dos colectores principales “Noreste” y “Murillo Vidal”, uniéndose al Emisor Noreste “B” por gravedad hacia el canal de entrada a la planta de tratamiento. El sistema de tratamiento biológico utilizado en la planta es un sistema convencional de lodos activados y un tratamiento de lodos por digestión anaerobia, consta de dos módulos de proceso continuo, diseñado para un tratamiento de 750 LPS y un flujo pico de 1350 LPS. Actualmente opera los 360 días del año, con un volumen mensual promedio de agua tratada de 1, 700,000 metros cúbicos. Con una eficiencia del 92% calculada a partir de la remoción de DQO.

Tabla 6.4. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales. Fuente CMAS, 2013.

| Nombre de la Planta | Tipo de Proceso | Capacidad Instalada (l/s) | Caudal Medio Anual Tratado (l/s) | Cuerpo Receptor |
|--|----------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|
| Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Xalapa 1 | Lodos Activos (Anaeróbica) | 750 | 690 | Río Limpio |
| Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Xalapa 2 | Lodos Activos (Aeróbica) | 250 | 125 | Río Azul |

Esta planta tiene un pre-tratamiento que inicia en una caja rompedora de presión que nos permite llegar con un flujo laminar al cribado, este inicia con unas barreras físicas conformadas por placas metálicas que evitan el paso de una gran parte de piedras y arena. Posteriormente se localiza la Rejilla Auto-limpiante compuesta de barras curvadas con una separación entre barra y barra de 8 mm, teniendo un brazo rotatorio que cuenta con un cepillo limpiador en uno de los extremos. Continúa la etapa de desarenado la cual consiste en una remoción de arenas, grasas y aceites presentes en el efluente. La clarificación primaria consiste en remover los sólidos orgánicos mediante un proceso de precipitación por gravedad. Se cuenta con dos equipos de clarificación de 37 m de diámetro, los dos operando a la vez.

El tratamiento secundario consta en el proceso de remover DBO, DQO y sólidos suspendidos por un proceso de oxidación y conversión de los compuestos CO_2 y H_2O , este proceso es llevado a cabo por microorganismos que al degradar la materia orgánica en presencia de oxígeno, se reproducen generando lodo de exceso que debe ser removido periódicamente. El clarificador secundario es el del tipo tracción periférica con sistema de tubos de succión para la extracción de lodos. Los tubos de succión están sujetos del pasillo y este a su vez se mueve a través de toda la periferia del clarificador. La desinfección del agua de tratamiento primario y de tratamiento secundario se lleva a cabo en un mismo punto, el control de dosificación de cloro se realiza por medio de la medición de dos parámetros, flujo total del agua a desinfectar y la concentración del cloro residual en el efluente final del tratamiento.

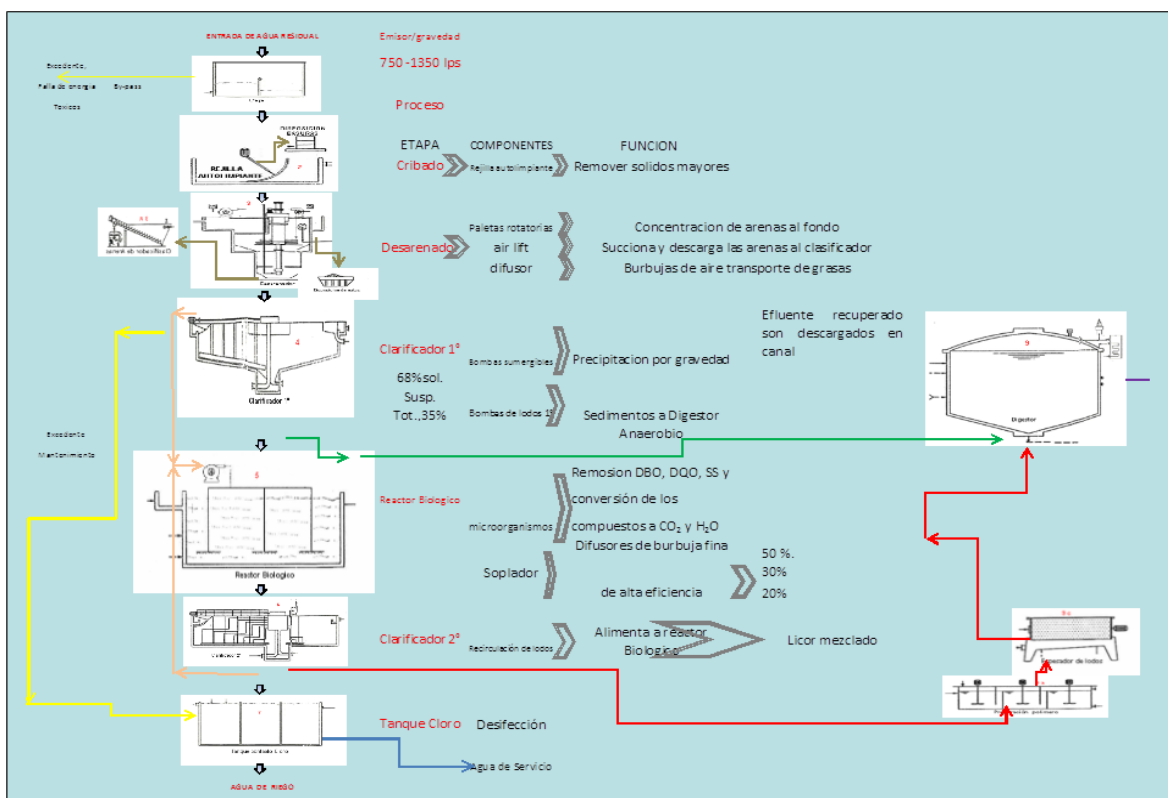


Figura6.1 .Diagrama de flujo sobre el funcionamiento de la planta de tratamientos residuales en Xalapa

Por otro lado, en el proceso de digestión anaeróbica las sustancias complejas se descomponen en sustancias simples, mediante una fermentación metano génica, la cual se produce en la ausencia de oxígeno. El proceso se divide en dos etapas ácido génesis y de metano génesis. En la etapa de ácido génesis, organismos facultativos formadores de ácido convierten la materia orgánica compleja en ácidos orgánicos volátiles. En la etapa de metano génesis, los ácidos orgánicos volátiles son convertidos a metano y dióxido de carbono (biogás), este proceso debe llevarse a cabo controlando la temperatura del proceso para incrementar la tasa de crecimiento biológico y la estabilización de los lodos.

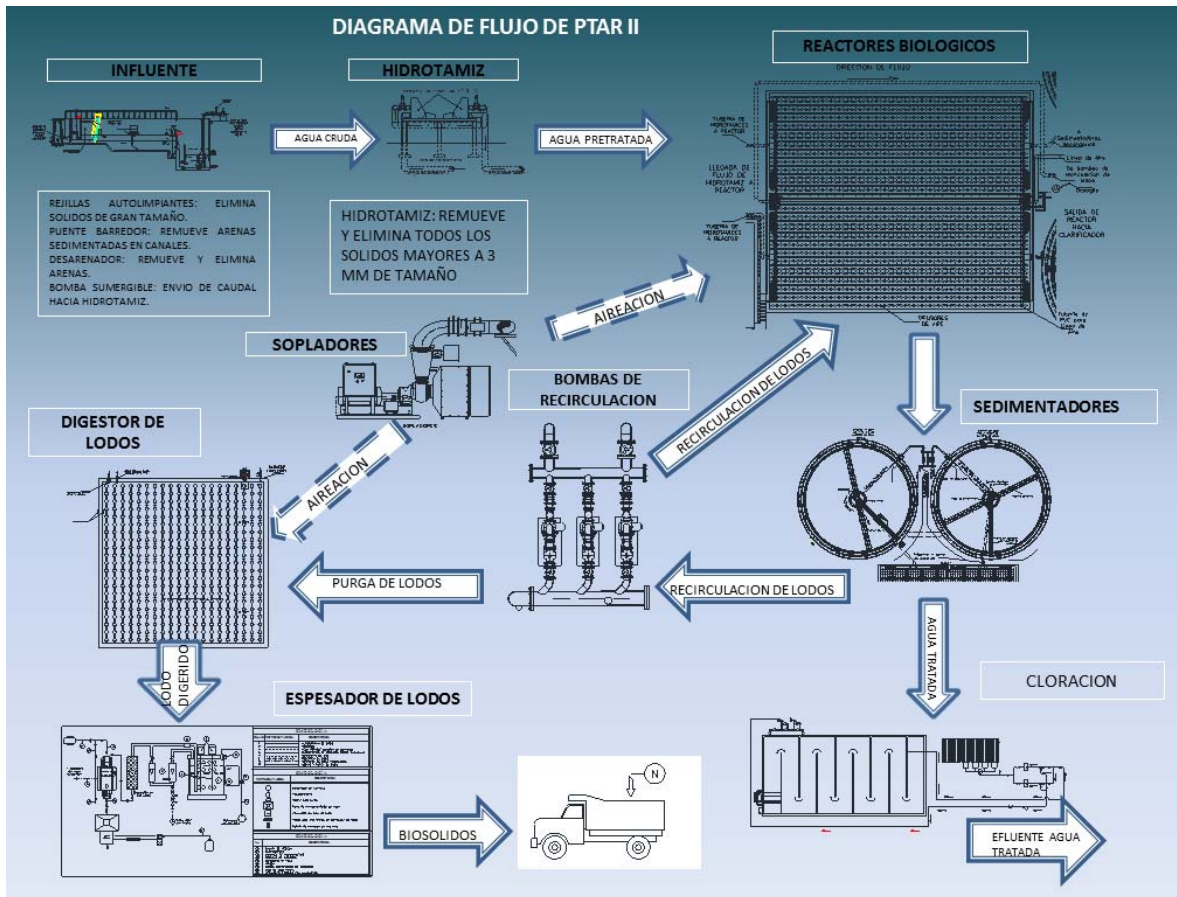


Figura 6.2. Segundo diagrama de flujo donde se muestra los procesos de potabilización.

La planta de tratamiento de aguas residuales II, se localiza en una fracción del predio rústico Las Minillas, ubicado en la congregación de Pacho Nuevo, municipio de Emiliano Zapata, en el estado de Veracruz. La planta de tratamiento de aguas residuales II, se localiza en una fracción del predio rústico Las Minillas, ubicado en la congregación de Pacho Nuevo, municipio de Emiliano Zapata, en el estado de Veracruz.

El pre-tratamiento está constituido por tres canales desarenadores, al principio de cada canal se colocaron compuertas de control de flujo de operación mediante mecanismo (palanca - manivela) y corona sinfín para accionamiento manual del vástago de levante de las hojas de las compuertas. Las rejillas retienen sólidos con diámetro mayor al valor nominal de la rejilla indicada. Dichos equipos pueden entrar en acción de modo manual o automático, en el tercer canal se encuentra una tercera rejilla mecánica la cual actúa sólo de manera manual. Las arenas sedimentadas que desplaza el puente barredor con las rastras, las coloca en un pequeño pozo de recolección de

arenas donde se acumulan y posteriormente son expulsadas y enviadas a un clasificador de arenas por medio de un sistema air lift. El flujo del agua seguirá hasta el final de la canaleta pasando por un vertedor tipo sutro y depositándose en el cárcamo de bombeo. Las bombas anteriores alimentan a cuatro unidades de hidrotamices, dos de ellos comprenden el tren No.1 y los restantes forman el tren No. 2.

El tratamiento secundario cuenta con hidromatrices, cada hidromatriz comprende un contenedor para sólidos retenidos, su función es separar sólidos en suspensión dentro de líquidos. Los 2 tanques aireadores para un caudal medio de 125 l/s , comprenden 1550 difusores de aire (cada uno) con membrana de 30 cm (12”) de tipo burbuja fina. El influente entra al tanque en donde tiene contacto con los microorganismos, el oxígeno necesario es introducido por inyección de aire a presión. Los objetivos que se buscan al introducir el aire son oxigenar la biomasa y mantenerla en suspensión. Posteriormente, el licor mezclado producido en los tanques aerobios se desplazan por desnivel hacia vertedores tipo cuadrangulares localizados al final de los tanques y este licor es enviado a los clarificadores secundarios, los cuales son alimentados desde un pozo central; gracias a la forma en “V” del clarificador, el arena restante es sedimentada y las natas producidas que se encuentran en la superficie del tanque son retiradas por medio de un desnatador; para retirar los sólidos sedimentados que se encuentran en el fondo entran en función unas rastras de lodos.

El tratamiento terciario consiste en la cloración después del tiempo de retención necesario, el agua que proviene de los clarificadores es enviada al tanque de contacto cloro, el control de dosificación de cloro se realiza por medio de la medición de dos parámetros, flujo total del agua a desinfectar y la concentración del cloro residual en el efluente final del tratamiento.

El lodo de desecho de los sedimentadores secundarios, se envía al Espesador - Digestor, que tiene una operación en secuencia para hacer el espesamiento y a la vez dar una digestión adicional a los lodos casi totalmente digeridos en los tanques de aireación. La función principal del Espesador - Digestor es la concentración de los lodos para hacerlos más densos y menos dañinos. El Espesador -Digestor tiene una operación de asentamiento de lodos, extracción del sobrenadante por tubería con salida alta, aireación para complementar la digestión y posteriormente extracción de los mismos por bombeo a la Centrífuga para su deshidratación. El agua sobrenadante retirada va al cárcamo de influente para retornarla al proceso, donde junto con el agua retirada en la Centrífuga se bombeará al inicio del proceso biológico a los hidrotamices de los tanques de aireación.

Las actividades de monitoreo y control de proceso realizadas por el personal laboratorio de calidad y operación, asegura que la descarga de agua que se realiza hacia el “Río Azul”, cumple con los requerimientos que establece la norma oficial NOM-001-SEMARNAT-1996.

En la tabla 6.5 se resumen las redes conectadas de acuerdo al tipo de Servicio.

Tabla 6.5. Conexiones a la red de alcantarillado por sectores. Fuente CMAS, 2013

| Tipo de Servicio | Conectadas a la Red |
|-------------------------|----------------------------|
| Domésticas | 89,856 |
| Comercial | 11,843 |
| Industrial | 843 |
| de Servicio | 0 |
| Otras | 0 |
| Total | 102,542 |

Por otro lado, en la tabla 6.6 se pueden ver los tipos de fuente que reporta el organismo operador CMAS, así como los volúmenes producidos al año por dichas fuentes.

Tabla 6.6. Tipos de fuentes reportados por CMAS y volúmenes reportados en el año 2013.

| Tipo de fuente | Núm. de fuentes | | Capacidad Instalada en la operación l/s | Con Macromedición | | Volumen Producido en el año Mm ³ /año | Caudal Medio Producido l/s | Caudal Desinfectado | |
|----------------|-----------------|-----------|---|-------------------|-----------------|--|----------------------------|---------------------|------------|
| | Operan | No operan | | Si Funciona l/s | No Funciona l/s | | | l/s | % |
| Toma del río | 4 | | 1450 | 4 | | 1450 | 24 | 1450 | 100 |
| Manantial | 2 | | 310 | 2 | | 310 | 24 | 310 | 100 |
| Total | 6 | | 1760 | 6 | | 1760 | 24 | 1760 | 100 |

Otro dato proporcionado por el organismo operador son las tomas de agua potable instaladas las cuales se resumen en la tabla 6.7.

Tabla 6.7. Registro de tomas de agua potable instaladas al 2013. Fuente CMAS, 2013.

| Tipo de Servicio | Con Medidor | | | Sin Medidor | Tomas con Servicio Continuo |
|------------------|----------------|--------------|---------------|-------------|-----------------------------|
| | Funcionando | | Sin Funcionar | | |
| | Con Lectura | Sin Lectura | | | |
| Domésticas | 117,638 | 3,835 | 268 | 1 | 121,474 |
| Comerciales | 13,714 | 553 | 8 | 1 | 14,268 |
| Industriales | 977 | 65 | | 0 | 1,041 |
| Servicios | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Otros | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 132,329 | 4,453 | 276 | 2 | 136,783 |

6.2.1. Tanques

Ocho fuentes explotadas conforma cinco sistemas de conducción identificados como: Cofre de Perote; El castillo; Presa Huitzilapan; Pixquiac medio; y Presa de Socoyolapan.

Cualquier proyecto de mejora de eficiencia demanda el establecimiento de bases para determinar la mejora, es decir, no es posible mejorar de lo que no se sabe su situación y en consecuencia cuanto se puede mejorar. Tal es el caso de la ciudad de Xalapa, en específico de la mejora de eficiencia en el sistema de distribución de agua potable. Es necesario saber la cantidad de agua que se ingresa al sistema, para ello se debería contar con medidores instalados en todas y cada una de las captaciones explotadas por la CMAS, llevar registros periódicos de los volúmenes medidos por los aparatos de medición y que los periodos de cuantificación sean equivalentes a fin de tener capacidad de determinar descensos o incrementos en la producción de agua potable entre periodos.

Sin embargo, como solo contamos con cuatro de las ocho captaciones con capacidad de ser medidas habrá que hacer uso de recursos adicionales para poder establecer la producción de manera aproximada.

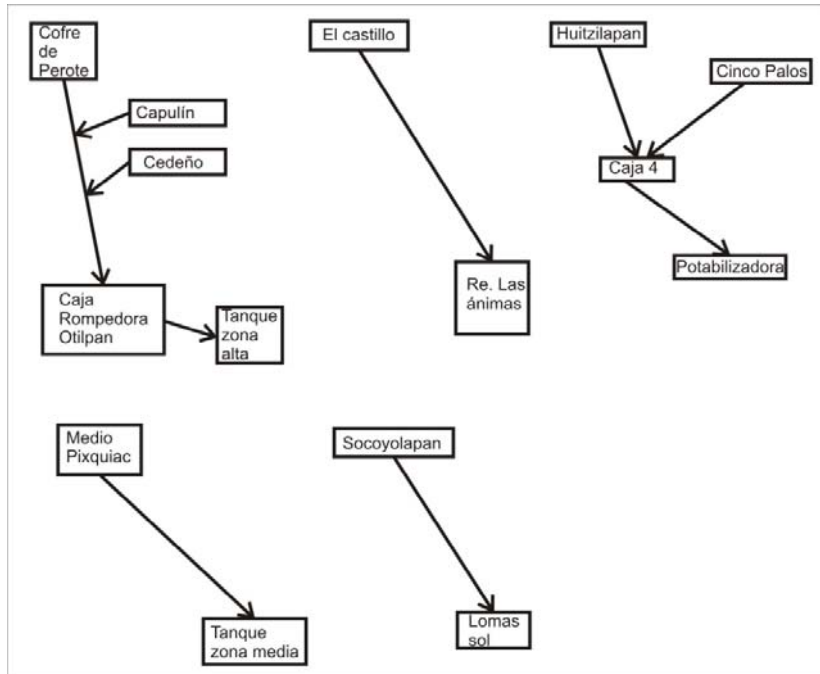


Figura 6.3. Diagrama representativo de las fuentes de abastecimiento para la ciudad de Xalapa.

En términos generales cuando se desconoce a ciencia cierta la magnitud de un fenómeno físico, en este caso la cantidad de agua que circula por una tubería en un intervalo de tiempo, es necesario recurrir a métodos alternos para aproximar el valor de la magnitud deseada. En este sentido, los métodos pueden ser muy diversos y generar valores diferentes para un mismo fenómeno.

En el caso de la producción de agua para la ciudad de Xalapa se emplearon dos métodos para la estimación, el primero consistió en medir por intervalos de tiempo suficientemente largos el gasto circulante en los conductos de las captaciones a verificar. Para efecto de lo anterior, se buscó a lo largo de las conducciones los sitios donde se pudiera obtener la mejor calidad de la medición. Con los registros de gasto obtenido se analizó la variación del gasto y se extrapolaron para periodos mensuales.

El segundo método empleado en la estimación de la producción fue la cuantificación del tiempo en el que se desplaza un volumen conocido, en este caso y por tratarse de una medición puntual, se realizan repeticiones de la misma a fin de establecer un grado mínimo e confiabilidad de la estimación.

Los detalles de las estimaciones se describen más adelante en este documento, sin embargo, los valores resultantes considerados en el balance se presentan en la Figura 6.3. Donde se aprecia que la fuente con mayor aporte es la Presa de Huitzilapan, seguida de la captación en el río Pixquiac medio, el Cofre de Perote, la presa de Socoyolapan y El Castillo.

En los casos en los que se cuenta con medidor instalado se realiza un análisis de sesgo empleando un medidor cuyo error se conoce que se instala en serie al medidor a evaluar. Los gastos leídos de ambos medidores se analizan a fin de establecer el grado de confiabilidad de las lecturas aportada por el medidor evaluado respecto a un medidor patrón calibrado y cuyo error se conoce.

Con base en lo anterior, se describe cada uno de los procedimientos empleados para la estimación del volumen producido, agregando los resultados de los casos para los que se empleó cada uno de ellos.

El río Huitzilapan es el principal suministro de agua, moderado por la presa del mismo nombre. La presa se encuentra en la localidad de Tzalzín ubicado en el municipio de Quimixtlan, Puebla. La presa presenta un gasto concesionado de 1000 l/s pero con un gasto real de 1000 a 1120. Se recibe el agua en la caja rompedora de presión cuyo objetivo es romper la presión existente en las líneas de conducción y generar un flujo laminar y por diferencia de nivel distribuir al resto de las unidades de proceso el agua captada en las presas de Huitzilapan y Cinco Palos. El agua pasa a la caja de distribución y mezcla rápida para medir el gasto a tratar mediante un procedimiento de aforo y se realiza la aplicación y mezcla de reactivos coagulantes distribuyendo el flujo proporcionalmente a los dos módulos existentes, se tiene también la recepción del agua de recirculación proveniente del retrolavado de filtros de arena. El tiempo de residencia del agua con un gasto de 1060 l/s es de 2,5 minutos.

Por su parte la presa de Cinco Palos, ubicada en el municipio de Coatepec, cuenta con una caja rompedora, la cual concesiona un gato de 100 l/s, estimando un gasto real producido de 59 a 73 l/s. El abastecimiento del río Cinco Palos, se uno con el Huitzilapan en la caja rompedora de presión denominada caja 4.

La presa de Alto Pixquiac es suministrada por los manantiales del Cofre de Perote, en el municipio de Acajete, suministrando agua hasta los tanques de la zona alta de Xalapa, con un gasto concesionado y real producido de 250 y de 180 a 260 l/s respectivamente; este abastecimiento cuenta con 12 pequeños manantiales someros, los cuales se encuentran dispersos alrededor del alto Pixquiac en donde se tiene una caja colectora donde está la obra de toma del acueducto. La presa de Medio Pixquiac tiene como fuente de abastecimiento directo al río Pixquiac en Rancho Viejo, localidad del municipio de Tlanehuayocan, con destino a los tanques de la zona media de Xalapa, con 250 l/s de gasto concesionado y de 180 a 280 de gasto real producido. La presa Socoyolapa ubicado en la localidad del Capulín en el municipio de Tlanehuayocan, tiene como principal abastecimiento el río Socoyolapa, dirigiéndose al tanque de Loma Sol en Xalapa; este abastecimiento no va a la planta potabilizadora de Xalapa, si no que abastece un solo sector de la ciudad con un gasto concesionado de 100 l/s y uno real producido de 58 a 90 l/s.

La fuente de abastecimiento mediante bombeo en la localidad de El Castillo en el municipio de Xalapa, es suministrado principalmente por el manantial de El Castillo, el cual cuenta con un pequeño manantial somero en la congregación de EL Castillo donde es bombeado a un solo sector de la ciudad sin pasar por la planta potabilizadora. Su destino es a la estación de rebombeo en las Ánimas, con un gasto concesionado de 60 l/s y de 25 a 46 l/s de gasto real producido.

La ciudad de Xalapa cuenta con 41 tanques de almacenamiento que recorren toda la ciudad para una distribución óptima. Los sistemas de distribución de los tanques se dividen entre sistemas de gravedad y de bombeo. La ubicación de los tanques de distribución de agua en Xalapa está basada en las más importantes zonas urbanas de la ciudad.

Los sistemas de distribución por gravedad se caracterizan por situar al tanque de almacenamiento en una zona alta de la ciudad o de las zonas donde se suministrará el agua, de tal forma que, por

la fuerza de gravedad, el agua puede fluir libremente y a una velocidad considerable por las tuberías que lleguen a los sistemas de conducción a las diversas tomas domiciliarias para su variado uso. Los sistemas de distribución por bombeo usan un proceso más complejo a comparación a los sistemas de conducción por gravedad, debido a que la ubicación del tanque se encuentra por debajo de la zona a distribuir ya sea por un mal diseño de ubicación o por la aparición de sectores habitables por el alto crecimiento poblacional, obligando a la creación de unidades habitacionales. El modo de operar de este sistema es a base una bomba hidráulica de voltaje variable (dependiendo las características del tanque) para conducir el agua a las viviendas. Para este sistema de distribución los mantenimientos de la bomba son esenciales para que la disponibilidad de agua sea eficiente y no ocurran problemas con esta disponibilidad.

El tanque de Distribución “Araucarias”, está situado en el paseo Araucarias entre las calles primavera y paseo de las Animas, en la colonia Jardines de las Animas, tiene una capacidad nominal de 200 m³, el sistema de distribución que tienes por gravedad. Recibe el agua del rebombeo Ánimas y entrega a parte de la red de distribución del Fraccionamiento Las Animas. El tanque de distribución “Beethoven” se encuentra en Rave, entre las calles Araucarias y Beethoven, en la colonia Indeco, en las Ánimas, con una capacidad nominal similar a la de Araucarias, con 200 m³, el sistema de distribución es por gravedad y recibe el agua del tanque Francisco Villa del rebombeo Ánimas y en último caso del tanque Guerrero, este sistema entrega el agua al fraccionamiento de las Ánimas y al tanque Bach. El tanque J. S. Bach se encuentra frente al No. 15, entre las calles Fasain (fraccionamiento Obelisco Ánimas) y Fresnos en la colonia Indeco Ánimas. El Rebombeo Ánimas, se ubica detrás del Fraccionamiento Ánimas, entrando por el camino antiguo a las Ánimas, Recibe agua del “Bombeo Castillo”, abastece a los fraccionamientos Ánimas, Indeco Ánimas, Circuito las Águilas y al tanque Bach, Este último sistema se caracteriza por ser por bombeo.

El tanque de “Cerro Colorado” tiene una capacidad nominal de 200 m³ y se sitúa en la calle 18 de Agosto, en el Porvenir en la colonia Cerro Colorado, su sistema de distribución es por gravedad y recibe el agua del bombeo Loma Sola. El tanque de “Loma Sol” se encuentra en la prolongación Porvenir Colonia Cerro Colorado, tiene una capacidad nominal de 200 m³, tiene una caja rompedora de la conducción del río Socoyolapan, dando servicio a las colonias de Josefa O. de Domínguez, Benito Juárez, Arrollo Blanco y el Haya entre otros.

En la unidad habitacional FOVISSSTE se encuentran los tanques “FOVISSSTE 1”, “FOVISSSTE 2” y “FOVISSSTE 3”, el sistema de suministro es por gravedad en los tres tanques y cuenta con una capacidad nominal de 266, 259 y 225 m³ respectivamente. Los tres tanques reciben el agua de la captación Agua Santa y del Medio Pixquiac, sirviendo de alimentación a la unidad habitacional FOVISSSTE.

Los tanques de Liquidambar, las Margaritas 1 y 2, se encuentran en el fraccionamiento Las Margaritas. Los tanques cuentan con 70, 150 y 3000 m³ respectivamente, siendo este último, uno de los tanques que más agua almacena para después distribuirla por un sistema de gravedad. El tanque de las “Margaritas 1” recibe agua del tanque “Lomas Verdes” por medio de un cárcamo de bombeo ubicado en Santa Rosa y da agua a los fraccionamientos de Santa Rosa y las Margaritas.

En la Avenida Ángel Carvajal, se encuentra el tanque “Unidad del Valle”, junto al No. 2 entre Circuito Presidentes y calle cerrada del Río Panuco, en la colonia Unidad del Valle. Tiene una capacidad nominal de 200 m³. Tiene un sistema de distribución por gravedad y su suministro del agua proviene del manantial Tepachapa, abastece a la unidad del Valle.

En la zona del Sumidero encontramos los tanques de “Ranchito Sumidero” y “Zapote Sumidero”. El primer tanque cuenta con 25 m³ y se ubica en la colonia Ejido Sumidero. El segundo tanque tiene 50 m³, se abastece el tanque Francisco Villa y abastece las casas del sumidero, los dos tanques distribuyen el agua por gravedad.

El tanque “Francisco Villa” se ubica en la calle Gustavo Díaz Ordaz sin número, frente al 405 entre las calles Miguel Hidalgo y Almendros, Fraccionamiento Arboledas del sumidero, colonia Francisco Villa, cuenta con 1500 m³ y recibe agua del tanque “Encanto” y entrega agua por gravedad al tanque “Beethoven y a las Red de Distribución”.

En la calle Rubén Jaramillo se encuentra el cárcamo de bombeo “Bombeo Jaramillo”, el cual abastece al tanque cerro del Estropajo que cubre desde la colonia Plan de Ayala hasta la 21 de Marzo.

El tanque de distribución “Los arenales” se encuentra en la colonia del mismo nombre, con 80 m³ de capacidad nominal y un sistema de distribución por gravedad.

El tanque “Xallitic” se alimenta de la red de las trancas con agua procedente del tanque “Bach”, alimenta a la Central de Abastos. Tiene una capacidad nominal de 150 m³ y se encuentra en la unidad habitacional Xallitic.

En la colonia Progreso Macuiltepec se encuentran cuatro tanques de gran capacidad. En la calle Nuevo León entre las calles Chihuahua y Nuevo León se encuentran el tanque “Toluca”, el cual tiene una capacidad nominal de 2000 m³, se abastece con agua proveniente de la Planta Potabilizadora y alimenta a la parte norte de la ciudad. El Tanque “Zona Alta 1” en la calle Aguascalientes, dentro del parque ecológico, tiene la máxima capacidad nominal de tanques con 5000 m³ y el suministro de agua es mediante las excedencias del tanque “Zona Alta 2”, este último con 1800 m³ de capacidad nominal y el suministro de agua proviene de la conducción del Cofre de Perote, abastece a la zona alta y ocasionalmente a los tanques de “Zona Media” y “Guerrero”. El último tanque, con menor capacidad (1200 m³ de capacidad nominal) es el tanque “Zona Media” del cual, el suministro de agua llega de la Planta Potabilizadora y alimenta a la parte media de la ciudad. Los tres tanques tienen un sistema de suministro por gravedad.

El tanque “Cárcamo del Porvenir” se encuentra en la colonia Framboyanes, con apenas 19 m³ de capacidad nominal, este tanque superficial se encuentra construido con concreto reforzado. Un tanque elevado se encuentra en la misma colonia, este tanque es el “Porvenir”, ubicado en la calle 20 de mayo sin número, entre la calle Emiliano Zapata y Circuito UCISVER. Tiene unos 30 m³, abastece la colona El Porvenir 2, parte de la colonia Framboyanes y se utiliza solo en casos de falla de la red del Cerro del Estropajo. Original mente, este tanque elevado fue el abastecimiento de la colona Framboyanes.

Al igual que el tanque “Cárcamo Porvenir”, el tanque construido a base de concreto reforzado es el tanque denominado “Cerro del Estropajo”, ubicado en el cerro de mismo nombre, con 1500 m³ de capacidad nominal y un sistema de distribución por gravedad, recibe agua del bombea “Jaramillo”. Alimenta al “Cerro del Estropajo” que cubre desde la colonia Plan de Ayala hasta la 21 de Marzo.

En la unidad Habitacional de Xalapa 2000 se encuentran dos tanques de diferente tipo: los tanques “Xalapa 2000 superficial” y “Xalapa 2000 elevado”, con 2000 y 200 m³ de capacidad nominal respectivamente. El primero se abastece del tanque “Niño Perdido y alimenta a la unidad habitacional de Xalapa 2000. El segundo tanque se abastece de la misma manera, además cubre un 90% a dicha unidad habitacional, opera al tanque elevado cuando no llega agua directa al tanque superficial.

Uno de los tanques más importantes en la ciudad es el de “Niño Perdido” ya que, cuenta con 2500 de capacidad nominal, se encuentra en la colonia Benito Juárez y su sistema de distribución es por gravedad. Tiene gran importancia debido a que entrega agua a los tanques “Xalapa 2000” y “Lomas Verdes”. Este último tanque se encuentra en la colonia Nuevo Xalapa, posee 1400 m³ de capacidad nominal, recibe agua del tanque “Niño Perdido” y entrega agua a las unidades habitacionales de Lomas Verdes, Las Margaritas, Santa Rosa y a los edificios de CONAFE, S.E. estación Sur de Bomberos y al tanque Ejidal. Cerca del tanque “Las Fuentes” se ubica la unidad habitacional de Las Fuentes, el cual también cuenta con un tanque construido a base de concreto reforzado, el cual cuenta con 1500 m³ de capacidad nominal y un sistema de distribución por gravedad.

Otros tanques construidos a base de concreto reforzado son los de “Encanto” ubicado en la colonia El Mirador de 1000 m³ de capacidad y recibe agua de la Planta Potabilizadora, alimentando a la red de distribución y al tanque “Francisco Villa”; el tanque “F.F.C.C.” se encuentra en la colonia Ferrocarrilera, este tanque cuenta con 2000 m³ de capacidad nominal y se alimenta con agua procedente de la Planta Potabilizadora y surte la zona norte y noreste de la ciudad; el tanque “Guerrero” se encuentra en la colonia Centro, con 1000 m³ de capacidad se alimenta de la Planta Potabilizadora y del tanque “Loma Sol”, provisto de un By-Pass para recibir agua del tanque “Macuiltepec”; el tanque “Paso Ladrillo” es uno de los que menos capacidad nominal presenta con apenas 43 m³ y se ubica en la colonia del mismo nombre, en la carretera las Trancas-Coatepec y el tanque “Rancho Viejo” con 108 m³ de capacidad se ubica en la localidad de Rancho Viejo. Además de ser tanques construidos a base de concreto reforzado, comparten la característica de ser sistemas de distribución a gravedad.

El tanque elevado “Pastoresa” ubicado en la colonia del mismo nombre, se abastece de Lomas Verdes y abastece a la colonia Pastoresa. Este tanque tiene una capacidad nominal de 126 m³ y su sistema de distribución es por gravedad. El tanque en Jardines de Xalapa, que lleva el mismo nombre, tiene una capacidad de 80 m³, abastece a l tanque elevado de Jardines de Xalapa, opera desde una cisterna superficial al tanque elevado cuando no llega agua directa a este, opera automáticamente.

Alguno de los tanques se encuentran en fases de construcción de operación muy temprana, por ello, a pesar de estar proyectados o incluso construidos, no se han puesto en funcionamiento o no se han concluido la entrega de dichas obras, tal cual el caso del tanque “Villa Rubí”, este tanque se

encuentra en la privada Dalias, en la colonia Circuito Veracruz, tiene una capacidad de 1500 m³ y con un sistema de suministro por gravedad. El tanque “La Pradera” tiene una capacidad de 1800 m³, un sistema por gravedad y se ubica en el fraccionamiento La Pradera en la carretera Xalapa-Las Trancas- Coatepec. El tanque “Homex” se ubica en el fraccionamiento de Santa Fe y no se tienen datos específicos del tanque.

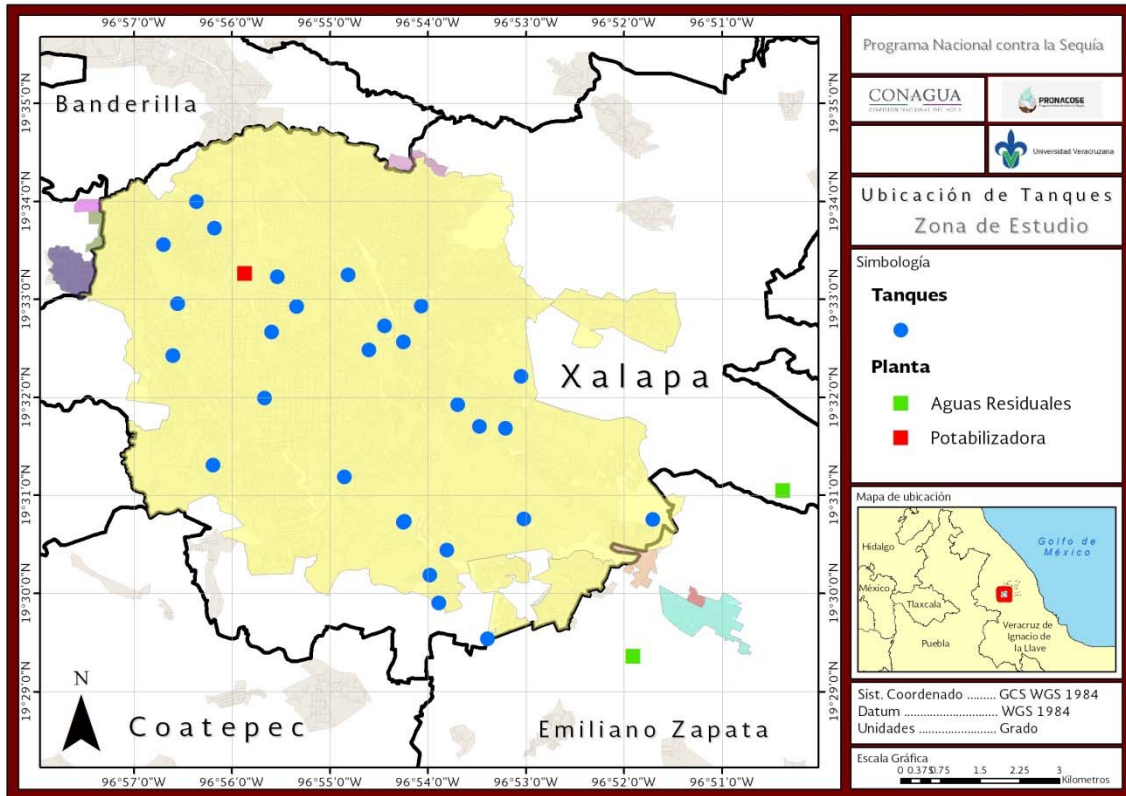


Figura 6.4. Mapa donde muestra la ubicación de las plantas potabilizadoras y plantas de aguas residuales en Xalapa, así como diversos tanques de almacenamiento.

En términos generales, los tipos de tanques con los que cuenta la ciudad de Xalapa son: Mampostería, con Concreto Forzado, Cárcamos de Bombeo, Tanques Elevados y Tanques sin Definir Entrega – Recepción, se pueden apreciar en la tabla 6.8, así como su capacidad nominal.

Tabla 6.8. Lista de Tanque que se encuentran en la ciudad de Xalapa. Ver.

| No. | Nombre Del Tanque | Ubicación | Capacidad Nominal | Procedimiento de Distribución | |
|--|-------------------|--|--------------------|-------------------------------|---|
| Tanques Superficiales Mampostería | | | | | |
| 1 | Araucarias | Paseo Araucarias entre Calles Primavera y Paseo Las Animas Col. Jardines de Las Animas | 200 m ³ | Gravedad | Recibe Agua del Rebombear Animas Entrega a Parte de la Red de Distribución Fracc. Las Ánimas. |

| | | | | | |
|---|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------------------|---|
| 2 | Beethoven | Ravel entre Calles Araucarias y Beethoven Col. Indeco Ánimas | 240 m ³ | Gravedad | Recibe agua del tanque Fco. Villa del rebombeo Ánimas y en último caso del tanque Guerrero entrega al fracc. y al tanque Bach. |
| 3 | Cerro Colorado | 18 de Agosto No. 16 Prol. Porvenir Col. Cerro Colorado | 200 m ³ | Gravedad | Recibe agua del bombeo Loma Sol alimenta a la red de distribución |
| 4 | Fovissste 2 | Unidad Habitacional Fovissste por el Retorno Esmeralda Col. Unidad Fovissste | 259 m ³ | Gravedad | Recibe agua de la captación Agua Santa y del Medio Pixquiac, sirviendo de alimentación a la U.H. Fovissste. |
| 5 | J.S. Bach | J.S Bach Frente al No. 15 entre Calles.Faisan (Fracc.Obelisco Animas) Y Fresnos Col. Indeco Animas | 240 m ³ | Gravedad | S/D |
| 6 | Liquidambar | Retorno Liquidambar Col. Fracc. Margaritas | 70 m ³ | Gravedad | S/D |
| 7 | Los Arenales | Domicilio Conocido S/N Col. Los Arenales | 80 m ³ | Gravedad | S/D |
| 8 | Margaritas I | Leonardo Rodríguez Alcaine Col. Fracc. Margaritas. | 150 m ³ | Gravedad | Recibe agua del Tanque Lomas Verdes por medio de un carcamo de bombeo ubicado en Sta. Rosa Da agua a los fracc. Sta. Rosa y Margaritas. |
| 9 | Ranchito Sumidero | Col. Ejido Sumidero | 25 m ³ | Gravedad | S/D |
| 10 | Unidad del Valle | Av. Angel Carvajal Junto Al No. 2 Entre Cto. Presidentes Y Calle Cerrada de Río Panuco Col. Unidad Del Valle | 200 m ³ | Gravedad | El suministro del agua proviene del Manantial Techacapa Abastece a la U. del Valle |
| 11 | Xallitic | Unidad Habitacional Xallitic Atrás de la Casa No.21 Calle Lino Chavez Esq. Agustin Lara Col. Xallitic | 150 m ³ | Gravedad | Se alimenta de la red de las trancas con agua procedente del T. Bach, alimenta a la central de abastos. |
| No. | Nombre Del Tanque | Ubicación | Capacidad Nominal | Procedimiento de Distribución | |
| Tanques Superficiales Concreto Reforzado | | | | | |
| 1 | Cárcamo Porvenir | Ciruelos S/N Esq. Ebano Col. Framboyanes | 19 m ³ | S/D | S/D |
| 2 | Cerro Del Estropajo | Cerro Del Estropajo | 1500 m ³ | Gravedad | Recibe Agua Del Bombeo Jaramillo Alimenta a la Red de Distribución Abastece al Tanque Cerro del Estropajo que Cubre desde da Col. Plan de Ayala Hasta La 21 de Marzo. Operación con |

| | | | | | |
|----|-----------------|---|---------------------|----------|---|
| | | | | | Personal. |
| 3 | Encanto | Encanto Esq. Antonio Nava Col. El Mirador | 1000 m ³ | Gravedad | Recibe Agua de la Planta Potabilizadora, Alimenta a la Red de Distribución y al Tanque Fco. Villa |
| 4 | F.F.C.C. | Oriente 1 entre Oriente 1 y Oriente 3 Col. Ferrocarrilera | 2000 m ³ | Gravedad | Se Alimenta con Agua Procedente de la Planta Potabilizadora y Surte la Zona Norte y Noreste de la Ciudad. |
| 5 | Fovissste 1 | Unidad Habitacional Fovissste por el Retorno Esmeralda Col. Unidad Fovissste | 266 m ³ | Gravedad | Recibe Agua de la Captación Agua Santa y del Medio Pixquiatic, Sirviendo de Alimentación a la U.H. Fovissste. |
| 6 | Fovissste 3 | Unidad Habitacional Fovissste por el Retorno Esmeralda Col. Unidad Fovissste | 225 m ³ | Gravedad | Recibe Agua de la Captación Agua Santa y del Medio Pixquiatic, Sirviendo de Alimentación A la U.H. Fovissste. |
| 7 | Francisco Villa | Gustavo Díaz Ordaz S/N Fte. al 405 entre las Calles Miguel Hidalgo Y Almendros Fracc. y Arboledas del Sumidero Col. Francisco Villa | 1500 m ³ | Gravedad | Recibe Agua del Tanque Encanto y Entrega al Tanque Beethoven y a la Red de Distribución. |
| 8 | Guerrero | Guerrero No. 99 (Esc. Abraham Castellanos). entre las Calles Azcarate y Sayago, Guerrero y Bustamante Col. Centro | 1000 m ³ | Gravedad | Se Alimenta de La Planta Potabilizadora y del Tanque Loma Sol, Provisto de Un By- Pass Para Recibir Agua del Tanque Macuiltepetl |
| 9 | Las Fuentes | Unidad Habitacional Las Fuentes al Final de la Calle Gaspar Yanga | 1500 m ³ | Gravedad | S/D |
| 10 | Lomas Verdes | Prol. Colmerillo casi esq, circ. Primavera Col. Nuevo Xalapa | 1400 m ³ | Gravedad | Recibe Agua del Tanque Niño Perdido, entrega A Las U.H. Lomas Verdes, Margaritas, Sta. Rosa a los Edificios CONAFE. S.E. Est. Sur De Bomberos y al T. Ejjidal |
| 11 | Margaritas II | Leonardo Rodriguez Alcaine Col. Fracc. Margaritas. | 3000 m ³ | Gravedad | S/D |
| 12 | Niño Perdido | Cristobal Colon Esq. Niño Perdido entre las Calles Niño Perdido y Bolivia, Cristobal Colon y Priv. De Bolivia Col. Benito Juarez | 2500 m ³ | Gravedad | Recibe Agua de La Planta Potabilizadora, Entrega a Xalapa 2000 y Lomas Verdes |

| | | | | | |
|----|-------------------------|---|---------------------|----------|---|
| 13 | Paso Ladrillo | Domicilio Conocido Carretera Las Trancas Coatepec Col. Paso Ladrillo Veracruz | 34 m ³ | Gravedad | S/D |
| 14 | Rancho Viejo | Dom. Conocido, Rancho Viejo | 108 m ³ | Gravedad | S/D |
| 15 | Toluca | Nuevo León No. 225 Entre Las Calles Chihuahua y Nuevo León Col. Progreso Macuiltepec | 2000 m ³ | Gravedad | Se Abastece con Agua Proveniente de la Planta Potabilizadora y Alimenta a la Parte Norte de la Ciudad. |
| 16 | Xalapa 2000 Superficial | Manantiales Esq. Circ. Sedeño Jto. al Edif. Col. Xalapa 2000. | 2000 m ³ | Gravedad | Se Abastece del T. Niño Perdido y Alimenta a la U. H. Xalapa 2000 |
| 17 | Zapote Sumidero | Estacionamiento And. Zapote entre las Calles Granada y And. Zapote Col. Infonavit Sumidero | 50 m ³ | Gravedad | Se Abastece Del T. Fco. Villa y Abastece las Casas del Sumidero |
| 18 | Zona Alta 1 | Aguascalientes No. 4 Esq. Tepic Dentro del Parque Ecológico Macuiltepec Col. Progreso Macuiltepec | 5000 m ³ | Gravedad | El Suministro de Agua es Mediante Excedencias del Tanque Zona Alta 2 |
| 19 | Zona Alta 2 | Aguascalientes No. 4 Esq. Tepic dentro del Parque Ecológico Macuiltepec Col. Progreso Macuiltepec | 1800 m ³ | Gravedad | El Suministro de Agua Proviene de la Conducción Del Cofre de Perote. Abastece a la Zona Alta y Ocasionalmente a los T. Zona Media y Guerrero. |
| 20 | Zona Media | Prolg. Jorullo Entre Calles Queretaro Esq. Jorullo Col. Progreso Macuiltepec | 1200 m ³ | Gravedad | El Suministro de Agua Llega de la Planta Potabilizadora y Alimenta a la Parte Media De La Ciudad. |

| No. | Nombre Del Tanque | Ubicación | Capacidad Nominal | Procedimiento de Distribución | |
|---------------------------|-------------------|--|--------------------|-------------------------------|---|
| Cárcamos de Bombeo | | | | | |
| 1 | Rebombero Animas | Detrás del Fracc. Animas, Entrando por el Camino Antiguo a las Ánimas. | | Bombeo | Recibe Agua del Bombeo Castillo Abastece a los Fraccionamientos Animas, Indeco Animas, Circuito Las Águilas y al Tanque Bach. Operación con Personal. |
| 2 | Bombeo Jaramillo | Col. Ruben R. Jaramillo Calle Fco. Villa And. 2 | | Bombeo | Abastece al Tanque Cerro del Estropajo que Cubre desde la Col. Plan de Ayala hasta la 21 de Marzo. Operación con Personal. |
| 3 | Loma Sol | Prolongación Porvenir Col. Cerro Colorado | 200 m ³ | Bombeo | Caja Rompedora de la Conducción del Socoyolapan, dando Servicio a Las Cols. J.O. de Dominguez, Benito Juarez, Arroyo Bco. El |

| | | | | | Haya, Etc. |
|--|---------------------|--|---------------------|-------------------------------|--|
| No. | Nombre Del Tanque | Ubicación | Capacidad Nominal | Procedimiento de Distribución | |
| Tanques Elevados | | | | | |
| 1 | El Porvenir | 20 de Mayo S/N entre calle Emiliano Zapata y Cicrc. Ucisver Col. Framboyanes | 30 m ³ | Gravedad | Abastece a la Colonia El Porvenir 2, Parte de la Colonia Framboyanes. Se utiliza solo en casos de falla de la red del Cerro del Estropajo. Originalmente fue el Abastecimiento de la colonia. Operan manualmente. |
| 2 | Jardines De Xalapa | Unidad Habitacional Jardines de Xalapa entre Ferrocarril Interoceanico y Tulipanes | 80 m ³ | Gravedad | Abastece al Tanque Elevado Jardines de Xalapa, Opera desde una Cisterna Superficial al Tanque Elevado Cuando no Llega Agua Directa a Este, Opera Automáticamente. |
| 3 | Pastoresa | Principal Esq. And 14 entre las Calles And. 8 y Av. Principal 14 Y And. 7-18 Col. Pastoresa. | 126 m ³ | Gravedad | Se Abastece de Lomas Verdes Abastece a la Colonia Pastoresa. |
| 4 | Xalapa 2000 Elevado | Manatiales Esq. Circ. Sedeño Jto. al Edif. Col. Xalapa 2000 | 200 m ³ | Gravedad | Se Abastece del T. Niño Perdido y Alimenta a la U. H. Xalapa 2000 abastece al Tanque Elevado Xalapa 2000 que Cubre un 90% a Dicha Unidad Habitacional, Opera del Tanque Superficial al Tanque Elevado Cuando no Llega Agua Directa al Tanque Elevado. Opera automáticamente. |
| No. | Nombre Del Tanque | Ubicación | Capacidad Nominal | Procedimiento de Distribución | |
| Tanques sin Definir Entrega – Recepcion | | | | | |
| 1 | Valle Rubí | Privada de Dalias Lote 4, Manzana 7 Col. Circuito Veracruz | 1500 m ³ | Gravedad | S/D |
| 2 | La Pradera | Fracc. La Pradera Carretera las Xalapa- Trancas- Coatepec | 1800 m ³ | Gravedad | S/D |
| 3 | Homex | Fracc. Lomas de Santa Fe. Calle San Gregorio | | Gravedad | S/D |

6.2.2. Líneas de Conducción

Se entiende por línea de conducción al tramo de tubería que transporta agua desde la captación hasta la planta potabilizadora, o bien hasta el tanque de regularización.

En la ciudad de Xalapa, hay tanques de diseño que trabajan por gravedad y bombeo y, su tubería para la conducción y distribución del agua es de diferentes tamaños (Tabla 6.11) según el caso.

En la figura 6.5 se presenta la distribución de las líneas de conducción, con los tanques, la planta de potabilización y las plantas de tratamientos.

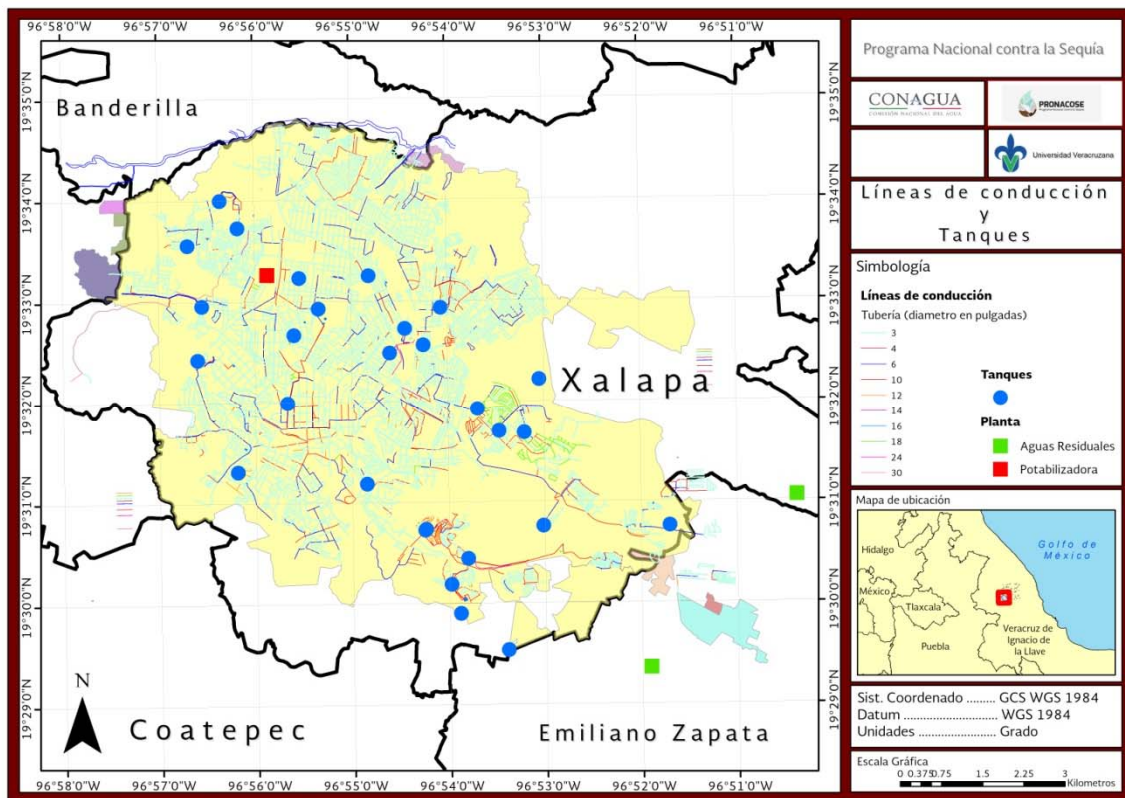


Figura 6.5. Líneas de conducción de agua potable para la ciudad de Xalapa.

6.3 Programa de Mejora de Infraestructura del Agua

En obras Hidráulicas, el apoyo de las aportaciones del Gobierno Federal a través del programa Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU) y Recursos Propios, en 2014 se llevó a cabo la conclusión de importantes obras hidráulicas para la ciudad.

En este sentido, se concluyeron en 2014 nueve obras multianuales de Ampliación de Alcantarillado Sanitario en varias calles de las colonias de Xalapa con una inversión de \$105'559,540.95 en beneficio de 336,694 Xalapeños/as. Asimismo, se inició los trabajos del programa Xalapa MIA, consistentes en la rehabilitación de 8,567.55 metros lineales de redes de distribución de agua potable y la sustitución de 605 tomas domiciliarias de la Zona Centro de Nuestra Capital. En la tabla 6.9 se muestra las obras concluidas al 2014.

Tabla 6.9. Obras Hidráulicas Concluidas

| N° | Nombre de la Obra | Inversión Total |
|----|---|------------------|
| 1 | Colector Sanitario Murillo Vidal, Segunda Etapa | \$ 61'108,346.31 |
| 2 | Construcción de redes de alcantarillado sanitario para varias calles de la Congregación de Las Cruces. | \$ 3'668,979.09 |
| 3 | Construcción de redes de alcantarillado sanitario para varias calles de la congregación de la colonia Rafael Hernández Villalpando. | \$ 4'646,474.64 |
| 4 | Ampliación de Alcantarillado Sanitario en varias calles de las colonias Plan de Ayala Segunda Sección, Bosques de las Lomas, Casa Blanca, Revolución, Ampliación Vasconcelos, Bosques de las Lomas, Bosques de las Lomas, Francisco I. Madero, Reforma, Vasconcelos, Bosques de las Lomas; El Ollmo, Roble, Bosques de las Lomas, Francisco I. Madero, Repesillas Santa Rosa, Arboledas del Sumidero, Agrícola, Fraccionamiento Xallitic, 21 de Marzo, Linda Vista, Mesa de Guayabo, Linda Vista, Diamante, Burócratas Veracruz y J.J. Panes. | \$ 10'664,705.93 |
| 5 | Rehabilitación de redes de distribución de la zona centro de la ciudad que comprendieron las calles de Juan de la Luz Enríquez, Ignacio Zaragoza, Primo Verdad, Leandro Valle, Carrillo Puerto, Ávila Camacho, Ignacio Allende, Revolución, Rafael Lucio, Callejón del Diamante, Callejón de Rojas, Roa Bárcenas, Clavijero, Benito Juárez, Betancourt, Úrsulo Galván, y Sebastián Camacho, Madero, Altamirano Victoria, Tamborrell, Constitución, Abasolo y Milán. | 10'253,431.64 |

| | | |
|--------------|--|--------------------------|
| 6 | Construcción de redes de alcantarillado sanitario para varias calles de la colonia 9 de Abril, 21 de Marzo, Ampliación 21 de Marzo, Arboledas del Sumidero, Burócratas, Plan de Ayala, Revolución, Rubén Jaramillo, Prolongación Lomas de San Roque, Ampliación Loma Bonita, Moctezuma, Diamante y Pedreguera. | 6'543,547.77 |
| 7 | Construcción de redes de alcantarillado sanitario para varias calles de las Arboledas del Tronconal, Campo de Tiro, Carolino Anaya, Convergencia, El Moral, y 12 de Diciembre. | 3'911,517.98 |
| 8 | Construcción de redes de alcantarillado sanitario para varias calles de la colonia Arenales, Bella Vista, Benito Juárez, Emiliano Zapata, Higueras, Reforma, Bosques del Sumidero, El Tanque y Casa Blanca. | 2'627,430.49 |
| 9 | Construcción de redes de alcantarillado sanitario para varias calles de la colonia Tatahuicapan, Ampliación Miguel Alemán, Santa Rosa y Miguel Alemán Valdéz. | 2'135,107.10 |
| Total | | \$ 105'559,540.95 |

Fuente: H. Ayuntamiento de Xalapa 2014-2017. Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento 2014

En cuanto a Programa de Apoyo a Colonias el apoyo y participación de la población Xalapeña a través de la aportación de los materiales requeridos, concretamos obras necesarias de agua potable y alcantarillado sanitario, en beneficio de las y los habitantes de diversas colonias de esta ciudad. Para estas la CMAS 2014, dirigió las obras, proporcionó los proyectos y presupuesto y aportó la maquinaria y mano de obra.

Como resultado de lo anterior, se logró realizar un total de 29 obras, en las que suministramos 3,625.00 metros lineales de tubería para obras de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, invirtiendo recursos por el orden de los \$ 3'176,386.15 y beneficiando a 3,449 habitantes. En la Tabla 6.10 se resume en cuanto a los logros del Programa de Apoyo a Colonias 2014, en la tabla 6.11 muestra la Ampliación de Red de Agua Potable, en la tabla 6.12 se observa la Ampliación de Red de Alcantarillado Sanitario y por último en la tabla 6.13 se aprecia lo que es el Alcantarillado Pluvial

Tabla 6.10. Programa Apoyo a Colonias 2014

| Tipo de Obra | Obras | Metas (ml) | Inversión |
|--------------------------|-------|------------|-----------------|
| Alcantarillado sanitario | 14 | 997.00 | \$ 1'820,683.45 |

| | | | |
|------------------------|-----------|-----------------|------------------------|
| Alcantarillado pluvial | 2 | 93.00 | \$ 499,939.01 |
| Agua potable | 13 | 2,535.00 | \$ 855,763.69 |
| Total | 29 | 3,625.00 | \$ 3'176,386.15 |

ml: metros lineales

Fuente: H. Ayuntamiento de Xalapa 2014-2017. Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento 2014.

Tabla 6.11. Ampliación de Red de Agua Potable

| N° | Alcance de la Obra | Calles y Colonias | Beneficiados |
|----|--------------------------|---|--------------|
| 1 | Ampliación de 635.00 ml. | Calle Camino a Col. Olmeca, Col. Xolostla | 571 |
| 2 | Ampliación de 21.00 ml. | Calle Durazno, Col. Ampliación Loma Bonita | 18 |
| 3 | Ampliación 226.00 ml. | Calles Ónix, Ámbar y Andador Vasconcelos, Col. Diamante | 203 |
| 4 | Ampliación 24.00 ml | Privada 22 de Febrero, Col. Ampliación Loma Bonita | 21 |
| 5 | Ampliación 75.00 ml | Calle 23 de Febrero, Col. Ampliación Loma Bonita | 67 |
| 6 | Ampliación 573.00 ml | Varias Calles de la Col. Margarita Morán | 965 |
| 7 | Ampliación 95.00 ml | Calle Bambú, Pedregal de las Ánimas | 85 |
| 8 | Ampliación 216.00 ml | Calle Jaime Sabines, Col. Fidel Herrera Beltrán | 350 |
| 9 | Ampliación 70.00 ml | Calle Capitán Manuel García y Circuito Presidentes, Colonia Vicente Guerrero. | 63 |
| 10 | Ampliación 120.00 ml | Andador Benito Juárez, Col. Dolores Hidalgo | 108 |
| 11 | Ampliación 30.00 ml | Calle Tulipanes, Col. Valle de las Ánimas | 27 |
| 12 | Ampliación 10.00 ml | Calle Tesonique, Col. Tabasco | 9 |
| 13 | Ampliación 440.00 ml | Calle Xocoyotzin, Col. Calpulli | 175 |
| | 2,535.00 ml. | | 2,662 |

ml: metros lineales

Fuente: H. Ayuntamiento de Xalapa 2014-2017. Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento 2014.

Tabla 6.12. Ampliación de Red de Alcantarillado Sanitario

| N° | Alcance de la Obra | Calles y Colonias | Beneficiados |
|----|-------------------------|--------------------------------------|--------------|
| 1 | Ampliación de 48.00 ml. | Calle Leyes de Reforma, Col. Azteca | 18 |
| 2 | Ampliación de 85.00 ml. | Calle Olmo, Col. Lomas del Seminario | 180 |

| | | | |
|-------------------|--------------------------|---|------------|
| 3 | Ampliación de 18.00 ml. | Calle Rubí, Col. Ampliación Loma Bonita | 5 |
| 4 | Ampliación de 50.00 ml. | Andador Claveles, Col. Loma Bonita | 25 |
| 5 | Ampliación de 137.00 ml. | Andador Mirador, Col. Mesa del Guayabo | 40 |
| 6 | Ampliación de 120.00 ml. | Privada 22 de Febrero, Col. Ampliación Loma Bonita | 180 |
| 7 | Ampliación de 16.00 ml. | Calle Diamante, Col. Loma Bonita | 5 |
| 8 | Ampliación de 36.00 ml. | Calle José Vasconcelos, Col. Diamante | 36 |
| 9 | Ampliación de 70.00 ml. | Calle Tepic, Col. Progreso Macuiltepetl | 36 |
| 10 | Ampliación 39.00 ml | Andadores Jacarandas y Trébol, Col. Plan de Ayala | 25 |
| 11 | Ampliación 72.00 ml | Calle Tercera de Mancisidor, Col. Emiliano Zapata | 40 |
| 12 | Ampliación 105.00 ml | Calle Facultad de Sociología Col. J. J. Panes | 45 |
| 13 | Ampliación 69.00 ml | Calle Agustín Melgar, Col. Niños Héroes | 35 |
| 14 | Ampliación 132.00 ml | Calle Pinos, Col. Veracruz | 50 |
| 997.00 ml. | | | 720 |

ml: metros lineales

Fuente: H. Ayuntamiento de Xalapa 2014-2017. Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento 2014.

Tabla 6.13 Alcantarillado Pluvial

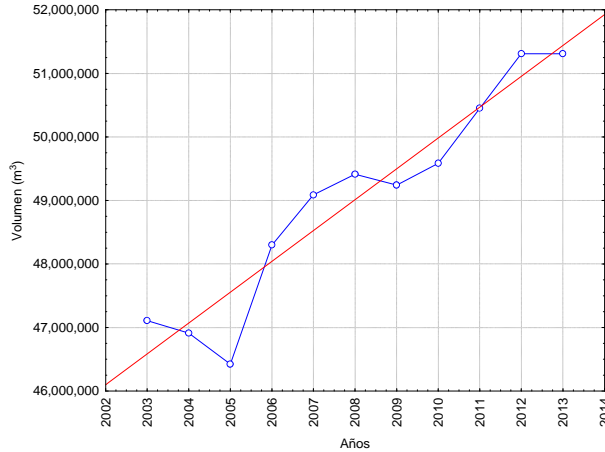
| N° | Alcance de la Obra | Calles y Colonias | Beneficiados |
|-----------------|-------------------------|--|--------------|
| 1 | Ampliación de 36.00 ml. | Calle Historias Prehispánicas Col. Lomas de San Roque | 32 |
| 2 | Ampliación 57.00 ml | Calles Dalias, Salvador Allende y Naranjos, Col. El Olmo (Primera Etapa) | 35 |
| 93.00 ml | | | 67 |

ml: metros lineales

Fuente: H. Ayuntamiento de Xalapa 2014-2017. Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento 2014.

6.4. Producción Histórica de Agua

La producción anual que reporta CMAS para la ciudad de Xalapa se presenta en la figura 6.6, en donde se aprecia que la variación anual tiene una tendencia de incremento de acuerdo al paso de los años.



6.5. Producción Per Cápita

Consumo y abastecimiento de agua para la ciudad de Xalapa se resumen en la tabla 6.3

El consumo de agua per cápita de Xalapa del periodo del 2009-2013 es de 119 m³ por habitante al día (CONAGUA establece 250/hab) y existen en la ciudad 122 mil tomas, a razón de 5 personas por toma, lo que establece una cobertura de 666,535 habitantes, de acuerdo a los datos proporcionados por directivos de la CMAS


Tabla 6.14. Surtimiento per-cápita del agua

| | |
|------------------------------|--|
| Cobertura de Agua en Xalapa. | Surtimiento per-cápita de Agua. Consumo supuesto de litros por día de la población total de acuerdo a datos de CMAS |
| | 119 m ³ /hab. 122 millones de litros diarios |

La distribución de agua a lo largo de la ciudad se da mediante líneas de conducción que se entrelazan en toda la ciudad hasta poder llevar agua a los sectores correspondientes dentro de los usuarios registrados en el organismo responsable de la distribución del recurso, en este caso CMAS Xalapa. Existe diversos tipos de materiales para la distribución de agua, pueden ser de concreto, PVC o fierro galvanizado, esto según sea el uso que se le dé así como el sistema de distribución que utilice (gravedad o bombeo).

El almacenamiento nominal de los tanques, nos da una referencia del consumo aproximado por región, la cual deberá abastecer el sector para el cual está destinado, sin embargo, en épocas de estiaje, este volumen no será suficiente, tal es el caso del tanque “El Estropajo” que después de haber enfrentado la época de estiaje, no pudo recuperar sus nivel de agua promedio para seguir abasteciendo, por lo que los sistemas de tandeos han sido constantes en la zona.

Tabla 6.15. Redes de agua potable existentes y sus características en la ciudad de Xalapa en el año 2014

|  | RESUMEN DEL CATASTRO DE REDES EXISTENTES DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE XALAPA, VER. DATOS DEL CATASTRO DEL AÑO 2014 | | |
|---|--|--------------------------|----------------|
| | DIÁMETRO DE TUBERÍA | LONGITUD DE RED (metros) | PORCENTAJE |
| DISTRIBUCIÓN | 2" | 4278.71 | 0.51% |
| | 2½" | 12194.09 | 1.44% |
| | 3" | 563232.31 | 66.60% |
| | 4" | 52937.75 | 6.26% |
| | 6" | 79113.72 | 9.36% |
| CONDUCCIÓN | 8" | 54756 | 6.48% |
| | 10" | 21020.7 | 2.49% |
| | 12" | 10776.9 | 1.27% |
| | 14" | 4466.75 | 0.53% |
| | 16" | 16696.08 | 1.97% |
| | 18" | 4325.19 | 0.51% |
| | 20" | 13131.97 | 1.55% |
| | 24" | 3936.83 | 0.47% |
| | 30" | 4778.03 | 0.57% |
| TOTAL DISTRIBUCIÓN= | | 711756.58 | 84.17% |
| TOTAL CONDUCCIÓN= | | 133888.45 | 15.83% |
| LONGTUD TOTAL= | | 845645.03 | 100.00% |

Capítulo 7. Evaluación de la Demanda/Consumo de Agua

7.1 Cobertura del servicio del agua

El Artículo 115 Constitucional establece que el suministro de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, es responsabilidad de los municipios. Por ello el organismo responsable de la distribución del agua en el municipio de Xalapa es la Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento (CMAS)

La cobertura del agua en el municipio de Xalapa se puede observar en la Tabla 7.1 la cual fue elaborada con los datos de población obtenidos a partir de las proyecciones 2010-2030 sugeridas por el CONAPO, junto con el índice de hacinamiento y el registro de usuarios domésticos proporcionados por el organismo operador

Se puede observar que desde el 2009 hasta el 2013 la población atendida estuvo por encima del 90 % de la población total y que durante ese periodo éste porcentaje tuvo tendencias positivas.

Tabla 7.1. Cobertura de agua potable

| Año | Población | Población atendida | | Caudal producido (l/s) | Dotación media (l/h/d) |
|------|-----------|--------------------|-----|------------------------|------------------------|
| | | (habitantes) | (%) | | |
| 2013 | 443,005 | 418,285 | 94 | 1,627 | 317 |
| 2012 | 442,291 | 417,611 | 94 | 1,627 | 318 |
| 2011 | 438,617 | 403,528 | 92 | 1,530 | 301 |

| | | | | | |
|------|---------|---------|----|-------|-----|
| 2010 | 395,456 | 363,820 | 92 | 1,637 | 358 |
| 2009 | 394,907 | 355,416 | 90 | 1,530 | 335 |

7.2 Padrón y tipos de usuario

Un “usuario” es toda persona física o moral que puede hacer uso del agua bajo el régimen de una licencia o permiso otorgado por el organismo operador. Debe estar registrado en el Padrón de usuarios del agua, el cual es el registro oficial en el que están inscritos los usuarios.

El tipo de usuario se fundamenta en la Ley Número 21 de Aguas del Estado de Veracruz-Llave:

Artículo 64. El servicio público de suministro de agua potable se presentará considerando los siguientes usos:

- I. Doméstico
- II. Comercial
- III. Industrial
- IV. Público
- V. Público Urbano
- VI. Recreativo
- VII. Los demás que se den en las localidades del Estado

El consumo de agua se determina de acuerdo con el tipo de usuarios, se divide según su uso en doméstico y no-doméstico (Figura 7.1).

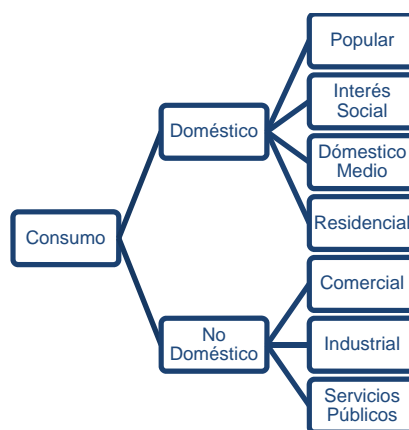


Figura 7.1. Tipos de usuarios de acuerdo a la Ley Número 21 de Aguas del Estado de Veracruz-Llave.

Generalmente la mayoría de los organismos operadores dividen a los tipos de usuarios en cuatro tipos: Residencial o doméstico, público/gubernamental, comercial e industrial.

Residencial o doméstico: Se refiere al usuario en casa habitación. La gran mayoría de los usuarios pertenecen a este grupo. La Tabla 7.3 muestra como se utiliza el agua en el interior de una vivienda:

Tabla 7.2. Principales usos domésticos (Fuente: AWWA, 199)

| | |
|------------|--------|
| Excusados | 26 % |
| Lavar ropa | 21.7 % |
| Regaderas | 16.8 % |
| Lavabos | 15.7 % |
| Fugas | 13.7 % |
| Otros | 5.3 % |

Público/Gubernamental: Se refiere a las oficinas de gobierno y a las dependencias gubernamentales. Generalmente a estos usuarios no se les mide ni se les cobra por el uso del agua, lo que hace difícil la cuantificación de su consumo. En la Tabla 7.3 se presentan algunos consumos típicos de usuarios de este sector:

Tabla 7.3. Consumos típicos de agua para usuarios del sector público (Fuente: CONAGUA, 2007)

| Tipo de Instalación | Consumo de agua | |
|---|-------------------------|--------|
| Salud: | | |
| Hospitales, Clínicas y Centros de salud | 800 l/cama/día | (a, b) |
| Orfanatorios y asilos | 300 l/huésped/día | (a) |
| Educación y cultura: | | |
| Educación elemental | 20 l/alumno/turno | (a, b) |
| Educación media superior | 25 l/alumno/turno | (a, b) |
| Recreación: | | |
| Alimentos y bebidas | 12 l/comida | (a, b) |
| Entretenimiento público (teatros públicos) | 6 l/asiento/día | (a, b) |
| Recreación social (deportivos municipales) | 25 l/asistente/día | (a) |
| Deportes al aire libre, con baño y vestidores | 150l/asistente/día | (a) |
| Estadios | 10 l/asiento/día | (a) |
| Seguridad: | | |
| Cuarteles | 150 l/personas/día | (a) |
| Reclusorios | 150 l/interno/día | (a) |
| Comunicaciones y transporte: | | |
| Estaciones de transporte | 10l/pasajero/día | |
| Estacionamientos | 2 l/m ² /día | |
| Espacios abiertos: | | |
| Jardines y parques | 5 l/m ² /día | |

Nota: a) Las necesidades de riego se consideran por separado en razón de 5 l/m²/día.

b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se consideran por separado a razón de 100 l/trabajador/día.

Comercial: Se refiere a los usuarios que se dedican a actividades del sector secundario. La Tabla 7.4 muestra algunos consumos típicos de este sector:

Tabla 7.4. Consumos típicos de agua para usuarios comerciales (Fuente: CONAGUA, 2007)

| Tipos de Instalación | Consumo de agua |
|--|----------------------------|
| Oficinas (de cualquier tipo) | 20 l/m ² /día |
| Locales comerciales | 6 l/m ² /día |
| Mercados | 100 l/local/día |
| Baños públicos | 300 l/bañista/regadera/día |
| Lavanderías de autoservicio | 40 l/kg de ropa seca |
| Clubes deportivos y servicios privados | 150 l/asiento/día |
| Cines y teatros | 6 l/asistente/día |

Industrial: Son los usuarios que emplean el agua para actividades del tipo terciarias. En la Tabla 7.5 se pueden apreciar el consumo típico de estos usuarios según el área de actividad económica.

Tabla 7.5. Consumos típicos para algunas industrias (Fuente: CONAGUA, 2007)

| Industria | Rango de consumo (m²/día) |
|----------------------|---|
| Azucarera | 4.5 - 6.5 |
| Química (a) | 5.0 - 25.0 |
| Papel y celulosa (b) | 40.0 - 70.0 |
| Bebidas (c) | 6.0 - 17.0 |
| Textil | 62.0 - 97.0 |
| Siderúrgica | 5.0 - 9.0 |
| Alimentos (d) | 4.0 - 5.0 |

- Notas: a) Variable de acuerdo al producto
 b) Se indican solo los índices de celulosa
 c) Se tomó como representativo la cerveza
 d) Se tomó como representativos los alimentos lácteos

La Tabla 7.6 muestra de forma resumida la cantidad de usuarios tienen servicio de agua potable en la ciudad de Xalapa del periodo 2006 al 2014.

Tabla 7.6. Cantidad de usuarios registrados por el organismo operador del 2006 al 2014

| Tipo de Usuario | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Doméstico | 96,409 | 102,099 | 106,397 | 109,620 | 112,737 | 115,086 | 117,639 | 121,742 | 126,903 |
| Comercial | 12,620 | 12,783 | 12,762 | 13,215 | 13,500 | 13,984 | 14,319 | 14,276 | 14,839 |
| Industrial | 1,099 | 1,119 | 1,065 | 1,022 | 1,017 | 1,012 | 1,057 | 1,041 | 1,112 |
| Total | 110,128 | 116,001 | 120,224 | 123,857 | 127,254 | 130,082 | 133,015 | 137,059 | 142,854 |

La Tabla 7.7 muestra la cantidad y tipos de usuarios para el año 2013 así como el porcentaje de la cobertura de los medidores instalados en las tomas y la cobertura de los medidores funcionando por cada sector. Para este año el porcentaje de medidores instalados fue de casi 100 % pero solo el 96.5 de estos funcionaban.

Tabla 7.7. Distribución de tipos de usuarios y consumo para el año 2013

| | Tipo de usuario | | | Total |
|--|-----------------|-----------|------------|-----------|
| | Doméstico | Comercial | Industrial | |
| Total de tomas | 121 742 | 14 276 | 1 041 | 137 059 |
| Tomas con medidor instalado | 121 741 | 14 275 | 1 041 | 137 057 |
| Tomas con medidor funcionando | 117 638 | 13 714 | 977 | 132 329 |
| Consumo total (m ³) | | | | 20,327,53 |
| Cobertura de micromedición instalada | 99.9 | 99.9 | 100 | 99.9 |
| Cobertura de micromedición funcionando | 96.6 | 96.0 | 93.8 | 96.5 |
| Consumo por toma (m ³ /t) | | | | 148.3 |

7.3 Consumo y dotación per cápita

Para conocer el consumo y dotación per cápita, se requirió de los datos de volúmenes producidos y facturados anuales de agua (tabla). A continuación se da una breve explicación de cada término:

- I. El volumen producido es la cantidad de agua extraída de las fuentes de abastecimiento
- II. El volumen facturado es la cantidad de agua medida o no (cuota fija) que reciben los usuarios, registrados o no en el padrón de usuarios del organismo operador.
- III. La dotación es la producción total dividida entre el número de habitantes, mientras que el consumo es una estimación que considera las pérdidas de volumen de agua ya que se calcula con el valor del volumen facturado.

Tabla 7.8. Consumo y dotación per cápita.

| Año | Volumen producido (m ³) | Volumen facturado (m ³) | Población (habitantes) | Dotación per cápita (m ³ /habitante) | Consumo per cápita (m ³ /habitante) |
|------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|---|--|
| 2013 | 51,309,072 | 20,327,053 | 443,005 | 115.82 | 45.88 |
| 2012 | 51,309,072 | 20,797,683 | 442,291 | 116.01 | 47.02 |
| 2011 | 48,250,080 | 20,941,067 | 438,617 | 110.01 | 47.74 |
| 2010 | 51,624,432 | 20,783,880 | 395,456 | 130.54 | 52.56 |
| 2009 | 48,250,080 | 21,071,553 | 394,907 | 122.18 | 53.36 |

7.4 Diagnóstico de las eficiencias

En la tabla () se presentan algunos indicadores que muestran el nivel de eficiencia del organismo operador conforme a las siguientes consideraciones (CONAGUA, 2005):

- I. La eficiencia física se refiere a la conservación del agua en el sistema de abastecimiento y se calcula en porcentaje como el cociente de volumen de agua facturado entre el volumen de agua producido. El cociente demuestra la capacidad que tiene un sistema de

abastecimiento para entregar el agua hasta sus usuarios y conocer la magnitud del volumen perdido por fugas (Figura 7.2)

- II. La eficiencia comercial se estima en porcentaje, como el cociente del volumen de agua recaudado entre el volumen de agua facturado.
- III. La eficiencia global del sistema se define como el cociente del volumen recaudado entre el volumen producido o simplemente como el producto de las os eficiencias anteriores.

Tabla 7.9. Eficiencias.

| Año | Volumen producido (m ³) | Volumen facturado (m ³) | Volumen recaudado (m ³) | Eficiencia física (%) | Eficiencia comercial (%) | Eficiencia global (%) |
|------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| 2013 | 51,309,072 | 20,327,053 | 18,721,216 | 39.62 | 92.1 | 36.49 |
| 2012 | 51,309,072 | 20,797,683 | 18,598,332 | 40.53 | 90.33 | 36.61 |
| 2011 | 48,250,080 | 20,941,067 | 19,311,742 | 43.4 | 94.58 | 41.05 |
| 2010 | 51,624,432 | 20,783,880 | 20,783,880 | 40.26 | 91.6 | 36.88 |
| 2009 | 48,250,080 | 21,071,553 | 14,074,516 | 43.67 | 62.04 | 27.09 |

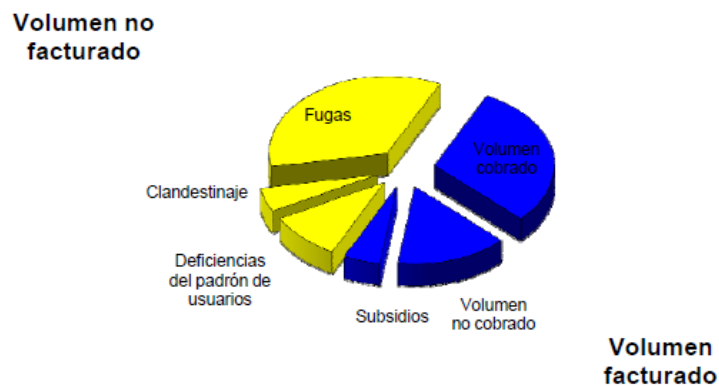


Figura 7.2. Representación del volumen facturado.

De acuerdo a la Tabla 7.9, se puede observar que la capacidad del sistema para entregar agua tiene una tendencia a disminuir desde el 2011, además de que aproximadamente más del 57 % del agua producida se pierde.

Hablando de la eficacia comercial, desde el 2010 hasta el 2013, más del 90 % del agua facturada es cobrada.

Por último, el valor de la eficiencia global desde el 2009 al 2013 se encontró por debajo del 50 %.

Capítulo 8. Balance de Agua y Evaluación de la Capacidad Instalada

8.1. Balance del Agua

El abastecimiento de agua en la ciudad de Xalapa se hace a través de la explotación de ocho fuentes, todas ellas captaciones de escurrimientos superficiales. Las ocho fuentes explotadas conforma cinco sistemas de conducción identificados como: a) Cofre de Perote; b) El Castillo; c) Presa Huitzilapan; d) Pixquiac medio; y e) Presa de Socoyolapan (como se menciona en el capítulo 6). Los cinco sistemas operados por la Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Xalapa (CMAS) tuvo una producción al 2011 de 50'268,103 m³ y se tiene identificado que la principal causa de pérdidas es el tema de deficiencias comerciales y clandestinaje, principalmente lo relacionado con la cuantificación de los consumos a nivel domiciliario, seguido de la cuantificación de la producción que actualmente se estima de manera poco precisa.

De lo anterior se estima el balance de agua total de los cinco sistemas mencionados anteriormente (Tabla 8.1).

Tabla 8.1. Balance del Agua para del abastecimiento de agua para Xalapa (m³/año)

| Volúmenes | Captación | Conducción | Producción (Desinfección) | Distribución | Facturación | Cobranza |
|------------|-------------------------|------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Procesados | 52,347,180 ¹ | 50,268,103 | 50,268,103 | 48,250,080 ² | 20,941,067 ² | 19,311,742 ² |
| Perdidos | 0 | 2,079,077 | 0 | 2,010,724 | 27,309,013 | 28,938,338 |

Fuente:¹ CMAS Xalapa, ²Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Edición 2012

En la primera columna se muestra la cantidad total extraída. Posteriormente, en el proceso de conducción por extracciones ilegales de agua y otras pérdidas se tienen 2'079,077 m³, 50'268,103 m³ están disponibles para su potabilización. En los procesos de desinfección se trabajan al 100 % (tabla 6.6) por lo que no hay pérdidas de agua. En la red de distribución se ha observado que el 9.53% se pierden con fugas por lo que el volumen procesado para la distribución es de 48,250,080 m³. El volumen facturado que reporta CMAS es de 20,941,067 m³, teniendo una pérdida de 27,309,013 m³, del cual el volumen cobrado de agua es de 19,311,742 m³, por lo que se reporta que hay un faltante de 28,938,338 m³.

8.2. Capacidad de Abasto/ Capacidad Instalada

En esta sección se comparan la dotación y consumo contra la capacidad instalada del sistema para cuantificar un margen de maniobra potencial en la producción de agua ante una eventual sequía. Para obtener la capacidad instalada se emplea la siguiente relación:

$$\text{Capacidad instalada (m}^3\text{/año)} = \text{Capacidad instalada(l/s)} * 2,592,000$$

Esto bajo el supuesto de que se pueden operar todas las fuentes las 24 hrs. durante los 30 días del mes.

$$\text{Capacidad instalada (m}^3\text{)} = 1760^1(\text{l/s}) * 2'592,000 * 3 = 1.369 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{Trimestral}$$

Dado el resultado de la capacidad instalada la Dotación y consumo anual vs. capacidad instalada se presenta nula.

8.3. Variaciones estacionales de oferta y demanda

El consumo, y por tanto la dotación de agua varía de acuerdo con la época del año. Un factor importante en el consumo de agua es la temperatura cálida, ya que generalmente el consumo de agua se eleva en los meses más calurosos (abril a septiembre) del año.

La infraestructura disponible debe por tanto ser suficiente para proporcionar la cantidad de agua que se requiere en los periodos de mayor consumo. En la tabla 8.2 se muestra la dotación trimestral.

Tabla 8.2. Dotación mensual (Volumen producido Trimestral (m³) / Habitantes)

| Año | Trimestre 1 | Trimestre 2 | Trimestre 3 | Trimestre 4 |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2003 | 32.98 | 33.65 | 33.08 | 32.29 |
| 2004 | 32.81 | 33.05 | 32.23 | 32.51 |
| 2005 | 31.90 | 32.71 | 31.17 | 30.71 |
| 2006 | 30.92 | 31.32 | 32.04 | 32.58 |
| 2007 | 31.26 | 31.51 | 31.72 | 31.59 |
| 2008 | 30.16 | 30.42 | 30.50 | 30.12 |
| 2009 | 28.86 | 29.86 | 29.76 | 29.12 |
| 2010 | 27.49 | 27.43 | 28.26 | 29.56 |
| 2011 | 28.97 | 27.00 | 27.69 | 28.15 |

¹Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Edición 2012

Capítulo 9. Escenarios Futuros de la Producción y Consumo

Xalapa tiene dos concesiones del río Huitzilapa: una del 2008 al 2017 y otra de 2010 al 2018, cada una de ellas por 500lts/seg. Para el caso de cinco palos, alto y medio Pixquiac, y El Castillo, las concesiones vencen en el año 2029, aunque la ley establece que las concesiones se deben renovar cada diez años.

Los datos sobre la cantidad de agua concesionada por cada fuente, presentan una pequeña variación de la página electrónica de la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento (CMAS). En todas las fuentes, desde Huitzilapa hasta El Castillo, en épocas de estiaje, se utiliza casi el 100% de la cantidad del agua concesionada por la CONAGUA. De acuerdo con las autoridades de CMAS, tomando en cuenta la tendencia del crecimiento de la zona metropolitana y su consecuente demanda de agua, se está llegando o ya se llegó, al tope de la utilización de las fuentes de agua concesionadas.

CMAS afirma que “Con la actual disponibilidad de agua se tendría que dejar de abastecer por lo menos un día a los habitantes de la ciudad”

De acuerdo con los cálculos hechos por la CMAS, la proyección de aumento en la cantidad de agua necesaria en 15 o 20 años para el abastecimiento de las 25 mil nuevas viviendas que se tiene proyectado construir en la ciudad, es de 400 Lp.s.

Capítulo 10. Análisis para la Gestión de Agua en Sequías

Xalapa recibe una cantidad de recurso hídrico suficiente para cubrir la demanda de la población, aunque solo abastecería a la ciudad capital, ya que también abastece zonas conurbadas como Banderilla, Tlanehuayocan y Emiliano Zapata. A pesar de ser suministrada la cantidad de agua necesaria, se presenta un déficit en el organismo para cubrir la demanda de agua en periodos de estiaje, teniendo como alternativa, un sistema a base de tandeos periódicos o de distribución de agua por medio de pipas.

Las descargas hacia las zonas conurbadas de Xalapa, provoca una pérdida en el suministro de agua, ya que su consumo se ve incrementado con respecto a la inflación de asentamientos humanos en la región.

El mal monitoreo de la infraestructura en Xalapa es un factor fundamental para que se generen problemas tanto en abastecimiento como en desacuerdos con respecto a las tarifas mensuales. Estos problemas se dan por la poca constancia en el mantenimiento de tanques y bombas hidráulicas, debido a que factores como la falta de limpieza o calibración de los equipos es perjudicial para la distribución y calidad del agua.

Es complicado tener un buen monitoreo de recursos en la ciudad, sobre todo cuando la gestión del recurso, en este caso el agua, se relaciona de manera económica y social, desde tomas clandestinas hasta fugas en tuberías importantes, esto generan conflicto entre los usuarios y organizaciones del agua. Las tomas clandestinas generan una pérdida de hasta el 59% del agua total suministrada debido a que a lo largo de las líneas de conducción existen conexiones que no se tienen reguladas y al no estar dentro del padrón de usuarios, el consumo no se factura ni se cobra, pero si presenta pérdidas para el consumo total. Muchas veces este consumo no se sabe para qué fin es, ya que puede servir para consumo humano, comercial, agrícola o ganadera, provocando

otro problema que es la contaminación del agua. Si estas pérdidas se evitaran, posiblemente la calidad y suministro de agua aumentarían un 50% y mejorarían la relación distribución-calidad-precio.

CMAS Xalapa ha planteado diversas formas de combatir los problemas relacionado a la gestión del agua, sin embargo, no se han mostrado resultados que tengan conforme a los usuarios, ya que se siguen presentado inconformidades con respecto al servicio.

En la siguiente tabla (10.1) se aprecian las acciones con sus resultados que han venido implementando CMAS Xalapa recientemente.

Tabal 10.1 Acciones de CMAS Xalapa para controlar y reducir la demanda de agua.

| Acción | Resultado |
|--|--|
| Programa “El Niño y el Agua” en escuelas de nivel Primaria, Secundaria | Trabajar en escuelas de nivel primaria y secundaria, impartiendo pláticas con el fin de sensibilizar y concientizar a nuestros niños sobre la importancia del cuidado y uso eficiente del agua. |
| Actividades por días especiales relacionados con el Agua | 1) Seguir Celebrando el Día Mundial del Agua, con la participación de escuelas primarias y secundarias con concursos de comparsas. 2) Seguir Celebrando el Día Mundial de la Tierra, con un concierto por la tierra, además de presentarles videos sobre la importancia de cuidar la tierra y el agua. 3) Llevar a cabo el concurso de graffitis “Agua a Través del Tiempo”. |
| Sesiones especiales a solicitud de la Dirección | Atender solicitudes de sesiones especiales de escuelas primarias y secundarias, para alumnos/as de la Licenciatura de la Escuela Normal Veracruzana y del Centro de Capacitación y Desarrollo Integral del DIF estatal (CADI), dirigidas a la concientización y cuidado del agua |
| Capacitación a usuarios de toma nueva | Impartimos pláticas a nuevos contratantes de tomas de agua, a través de las cuales dar a conocer fuentes de abastecimiento, captación, conducción, potabilización, saneamiento, cuidado y uso eficiente del agua, detección de fugas, prevención de contaminación, prevención de enfermedades gastrointestinales, captación de agua de lluvia y sistemas ahorradores de agua. |

Recomendaciones Finales.

Se recomienda primordialmente fortalecer y seguir apoyando el Programa de Mejora de Infraestructura del Agua que se menciona en la apartado 6.3.

Se recomienda Iniciar estudios para construcción de infraestructura de obras derivadoras (bocas tomas) para dotar de agua a Xalapa en época de estiaje tanto en calidad como en cantidad, dado que el capítulo 5 se menciona las condiciones en que presenta Xalapa.

Para un uso eficiente de los tanques se recomienda un programa preventivo para el manteniendo de las bombas en los tanques que lo requieran, esto con respecto a que muchas veces los tanques no suministran el agua para el que fueron diseñados. Los sistemas de bombeo requieren un mantenimiento constante debido a las fallas mecánicas que puedan presentar por la humedad o el uso a través de los años. En el 2014, CMAS tuvo un cerca 10500 fugas de agua reparadas, de las cuales, fueron atendidas mediante los reportes que las diversas localidades presentaron de manera telefónica o directamente en ventanilla en las oficinas. Esto proyecta un incremento en la eficiencia del grupo de trabajo del Sistema operador, sin embargo muchas veces las fugas no son atendidas en su totalidad, esto no se debe al mal trabajo o desinterés del organismo, pero si por el mal estado en que se encuentran las tuberías en algunos sectores.

Las tuberías de los diferentes materiales a lo largo de las líneas de conducción, son subterráneas para una mayor eficiencia y seguridad de la misma, sin embargo, algunas obras quedan inconclusas por falta de recursos y las tuberías quedan expuestas y pueden ser accidentadas por fenómenos naturales o por situaciones provocadas por el ser humano. Estos problemas provocan que las tuberías se fracturen, por lo que una regularización, mantenimiento preventivo y monitoreo de las mismas, sería muy eficaz para combatir los problemas de las fugas y así la pérdida del suministro de agua, generando una mayor eficiencia de las tuberías y del mismo modo, una mayor vida útil de ellas. Un mayor equipo capacitado para el mantenimiento y control de fugas sería una opción viable para satisfacer la demanda de fugas en la ciudad, ya que el personal actualmente no se da abasto y en ocasiones existen sectores que se deben priorizar para un menor impacto en la pérdida de agua.

Como mencionamos anteriormente, las tomas clandestinas son un factor que afecta en todos los sentidos al suministro de agua total que llega a la ciudad de Xalapa, a pesar de que tiene un gasto registrado de salida desde las fuentes de abastecimiento, el gasto de entrada no refleja la misma cantidad de salida, es por ello que la regularización y control de las tomas que se producen a lo largo de la línea de conducción, mejoraría la producción de agua generada hacia la ciudad de Xalapa. La regularización de las tomas así como la instalación de medidores, limitará de manera considerable el consumo de las tomas clandestina, ya que pagarían por el consumo real que generan.

Con respecto a los tandeos, actualmente se cuenta con un sistema por temporada, en el año 2014 se utilizó de los meses de Abril a Julio, priorizando a diversas zonas que sufren durante las épocas de estiaje, esto con el fin de regularizar la distribución de agua a modo que ninguna localidad se quede sin el recurso y pues solventar y enfrentar esta época durante cada año. Por lo general son 12 días los que se cuentan sin agua en temporada de tandeos, esto para un buen uso del agua, sin embargo, las quedas de los habitantes es mayor debido a que manifiestan que el agua no debería faltar ningún día, ya que es un elemento vital para la vida del ser humano y de la manera de vivir. Una solución viable es monitorear los tandeos no por días si no por horarios, debido a que los usuarios no sientan que les hace falta el recurso por varios días, si no que puedan acceder a él a cierta hora de día y así satisfacer sus necesidades de manera racionada para poder enfrentar las épocas de sequía, y no tener que buscar alternativas poco convincentes para obtener el recurso, ya que se ha reportado que en ocasiones, personas buscan lucrar con el

servicio, por lo que una sanción para estas personas sería lo ideal, si se propone personal que verifique que actos ilícitos no ocurran con la escases del agua.

Los costos que se generan mensualmente a los usuarios se generan a partir de los gasto por m3 del agua suministrada a Xalapa a partir de los sistemas de abastecimiento, ya que se debe de cubrir los gastos de operación y mantenimiento de las obras hidráulicas que se conectan para abastecer la ciudad.

TARIFAS POR SERVICIO DE AGUA

| Rango (m3) | Popular | Interés Social | Doméstico Medio | Residencial | Comercial B | Comercial A | Institución Pública | Industrial |
|--------------|---------|----------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|------------|
| 01 (0-10) | \$49.70 | \$71.08 | \$90.13 | \$106.55 | \$123.56 | \$123.56 | \$123.56 | \$136.32 |
| 02 (11-20) | \$5.00 | \$7.16 | \$9.61 | \$11.59 | \$12.96 | \$12.96 | \$12.96 | \$14.75 |
| 03 (21-30) | \$5.58 | \$9.06 | \$11.93 | \$14.51 | \$16.25 | \$16.25 | \$16.25 | \$18.36 |
| 04 (31-40) | \$5.74 | \$9.55 | \$12.31 | \$14.94 | \$16.75 | \$16.75 | \$16.75 | \$18.95 |
| 05 (41-60) | \$6.14 | \$9.93 | \$12.95 | \$15.78 | \$17.63 | \$17.63 | \$17.63 | \$19.83 |
| 06 (61-80) | \$6.51 | \$11.57 | \$13.80 | \$16.75 | \$18.76 | \$18.76 | \$18.76 | \$21.34 |
| 07 (81-100) | \$6.90 | \$12.40 | \$15.46 | \$18.89 | \$21.05 | \$21.05 | \$21.05 | \$23.62 |
| 08 (101-120) | \$7.81 | \$12.72 | \$15.91 | \$19.46 | \$21.68 | \$21.68 | \$21.68 | \$24.56 |
| 09 (121-150) | \$8.41 | \$13.84 | \$17.19 | \$21.00 | \$23.50 | \$23.50 | \$23.50 | \$26.67 |
| 10 (151-200) | \$9.50 | \$15.46 | \$19.33 | \$23.54 | \$26.38 | \$26.38 | \$26.38 | \$29.59 |
| 11 (201-250) | \$10.60 | \$17.38 | \$21.50 | \$26.13 | \$29.19 | \$29.19 | \$29.19 | \$32.86 |
| 12 (250-...) | \$10.80 | \$17.65 | \$21.86 | \$26.77 | \$29.82 | \$29.82 | \$29.82 | \$33.49 |

TARIFAS POR SERVICIO DE SANEAMIENTO

| Rango (m3) | Popular | Interés Social | Doméstico Medio | Residencial | Comercial B | Comercial A | Institución Pública | Industrial |
|--------------|---------|----------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|------------|
| 01 (0-10) | \$10.56 | \$21.11 | \$31.68 | \$42.22 | \$52.81 | \$52.81 | \$52.81 | \$79.18 |
| 02 (11-20) | \$1.00 | \$2.07 | \$3.19 | \$4.28 | \$5.25 | \$5.25 | \$5.25 | \$7.90 |
| 03 (21-30) | \$1.56 | \$3.86 | \$5.74 | \$7.67 | \$9.60 | \$9.60 | \$9.60 | \$13.38 |
| 04 (31-40) | \$1.56 | \$3.86 | \$5.74 | \$7.67 | \$9.60 | \$9.60 | \$9.60 | \$13.38 |
| 05 (41-60) | \$2.07 | \$5.19 | \$7.67 | \$10.22 | \$12.79 | \$12.79 | \$12.79 | \$15.99 |
| 06 (61-80) | \$2.07 | \$5.19 | \$7.67 | \$10.22 | \$12.79 | \$12.79 | \$12.79 | \$15.99 |
| 07 (81-100) | \$2.62 | \$6.37 | \$9.60 | \$12.79 | \$15.99 | \$15.99 | \$15.99 | \$19.20 |
| 08 (101-120) | \$2.62 | \$6.37 | \$9.60 | \$12.79 | \$15.99 | \$15.99 | \$15.99 | \$19.20 |
| 09 (121-150) | \$2.92 | \$7.01 | \$10.54 | \$14.10 | \$17.64 | \$17.64 | \$17.64 | \$22.39 |
| 10 (151-200) | \$2.92 | \$7.01 | \$10.54 | \$14.10 | \$17.64 | \$17.64 | \$17.64 | \$22.39 |
| 11 (201-250) | \$3.19 | \$7.67 | \$11.57 | \$15.37 | \$19.20 | \$19.20 | \$19.20 | \$25.62 |
| 12 (250-...) | \$3.19 | \$7.67 | \$11.57 | \$15.37 | \$19.20 | \$19.20 | \$19.20 | \$25.62 |

Tabla 10.2. Tarifas vigentes de CMAS para el año 2015

La creación de un suministro de agua más cercano a las del Huitzilapan generaría un costo mayor en la tarifa del servicio, como se tenía previsto en la construcción de la presa ubicada en el municipio de Jalcomulco, el costo se elevaría de un 300 a 400% con respecto al costo actual; por lo que una reducción en la tarifa sería casi imposible llevando a cabo una obra hidráulica desde cero, pero si se proyecta a una fuente de abastecimiento cercano que su concesión y construcción no generé un conflicto en la relación costo-servicio sería viable, ya que sería una inversión que después de su construcción, pudiera reducir el costo del servicio.

El manejo adecuado de válvulas al regularizar las presiones de manera automatizada y sistematizada, pudiera detener el sistema de tandeos, ya que el suministro de agua sería de mayor eficiencia, esto representaría una inversión menor con respecto al beneficio tanto en costo

y disponibilidad de agua. Si Xalapa dejara de dar servicio a las zonas conurbadas, probablemente no habría necesidad de tandeos, ya que el agua sería suficiente para distribuir el agua sin problema en todo el año.

De manera contraria, si Xalapa se convirtiera en un organismo metropolitano, tendría menor problema en la potabilización de ríos, ya que no habría desacuerdos en el uso de los recursos naturales e hídricos que se conectan con estas zonas, por ejemplo, si se potabiliza parte del Río Sedeño en la zona de Xalapa, probablemente en Banderilla se encuentre directamente con el río, un desagüe que lo contamine, y al estar Xalapa en la parte baja, no tendría caso invertir en la potabilización, pero al ser un organismo Metropolitano, se podría regularizar la potabilización desde el comienzo de las zonas conurbadas y así se podría obtener un recurso de mejor calidad.

Una de las soluciones que generaría mayor atención entre los habitantes, sería la creación de programas de cultura del agua, para el uso eficiente y para combatir la época de estiaje, mediante campañas de información y capacitación, la disposición de personas de la comunidad que funjan como personal auxiliar a CMAS en caso de contingencias y la creación de brigadas para una mejor comunicación social-operativo.

Posibles fuentes de abastecimiento

La extracción de agua a partir de pozos es otra opción viable, aunque muchas veces la compra de derechos de pozos genera problemas entre vendedor y el organismo operador. La extracción de agua de los pozos es un método muy utilizado en comunidades que continuamente se enfrentan a la sequía, y generalmente cada habitante cuenta con un pozo de reserva.

Xalapa cuenta con una importante infraestructura de plantas de potabilización por lo que una mayor inversión a estas plantas, sería para la mejora del sistema de operación así como la renovación de diversos equipos y sobre todo el mantenimiento preventivo que debe realizarse, para no realizar inversiones mayores por problemas que pudieron haberse evitado con anticipación.

Medidas preventivas

Como parte de enfrentar la época de sequías en la zona Metropolitana de Xalapa, es importante la creación de medidas preventivas a corto, mediano y largo plazo, de las cuales, dependiendo su nivel de intensidad, serían viables considerar antes, durante y después de las sequías.

Propuestas a corto plazo

De acuerdo a lo señalado en el apartado 6.3, la continuación de la sustitución de la red de abastecimiento para evitar fugas, es una acción que se debe seguir llevando a cabo. Los resultados obtenidos con este programa han sido favorables, y la reducción en la pérdida de suministro de agua ha sido notoria en las zonas donde se aplicó el programa.

Indudablemente la reserva de agua en la época de estiaje es un tema de relevancia. Si bien en este momento Xalapa presenta condiciones adecuadas para el suministro, como medida preventiva se deben empezar a realizar los estudios correspondientes a la creación de infraestructura como bocatomas, con el fin de contar con reservorios de agua para la época mencionada. Desde luego y como parte del mismo análisis, no se puede dejar fuera la calidad del agua, por lo que los estudios correspondientes deben ir a la par de lo mencionado anteriormente.

Las campañas en diversos medios de comunicación sobre la cultura del agua y enfrentamiento a fenómenos meteorológicos son pieza clave para hacer frente a la época de sequía, ya que una

comunidad capacitada crecerá de manera social para enfrentar antes, durante y después los problemas que conlleva la sequía.

Mejorar la proyección de ubicación ante la aparición de nuevos fraccionamientos o unidades habitacionales, de tal modo que los problemas de abastecimientos de agua no genere problemas y se vea más afectado y hasta deficiente los sistemas de tandeos en temporada de sequías.

La creación de zonas de captación podrá reducir la demanda generada a los sistemas de abastecimiento de Puebla, de tal manera que el costo de operación disminuirá, sin embargo, la creación de estas zonas generará una inversión considerable.

El mantenimiento preventivo generará pérdidas considerables de agua desde la línea de conducción del abastecimiento a la red de agua potable en la ciudad, aumentando la disponibilidad de agua.

Incorporación de nuevos sistemas duales de agua, ya que se disminuiría el consumo de agua de primer uso y así se comenzaría a reutilizar el agua en diferentes actividades.

La reutilización del agua es una de las actividades que debería incrementar en la ciudad de Xalapa, ya que muchas veces el agua solo se utiliza una vez, sin embargo, existen actividades de las cuales, el reusó de agua podría generar un ahorro en los gastos por usuario así como concientizar a la población de la escasez de agua en época de estiaje.

Creación de reservorios de agua para enfrentar la sequía.

Propuestas a mediano plazo

Poder cambiar de manera gradual el uso de sistemas sanitarios a sistemas ecológicos que ahorren considerablemente el uso de agua de primer uso, comenzando en dependencias de gobierno y escuelas al igual que la creación de sistemas de captación de agua para el ahorro de agua.

Hacer más eficiente el sistema de tandeos por zona, reduciendo los días en los que no hay servicio de agua.

Mejoramiento de la micro y macro medición para tener regularizado el consumo de agua y se tenga el registro puntual del agua cobrada y facturada.

Instalación de estaciones meteorológicas en más sectores de la ciudad para tener un monitoreo más vasto en cuestiones de lluvias, escurrimientos y generar pronósticos con mayor precisión que contribuyan a la toma de decisiones ante la presencia de la sequía.

Adquirir los derechos de pozos de extracción de agua en la ciudad para generar una reducción de abastecimiento de agua de la dependencia CMAS, reduciendo el costo por m³ de agua.

Compra de nuevos equipos para mejorar los sistemas de bombeo en tanques que lo requieran, esto ayudaría a una mejor conducción del agua desde los tanques ya que el abastecimiento no se vería afectado en épocas de estiaje, por lo que reduciría la problemática con los usuarios.

Propuestas a largo plazo

El rediseño de las líneas de conducción de agua potable pueden generar un balanceo en las zonas más afectadas con respecto a la escasez de agua en la época de estiaje.

La renovación de tuberías dañadas es una inversión que corregiría la mayoría de los problemas relacionados con fugas así, de igual manera, mejoraría la calidad del agua.

Dar seguimiento a las campañas destinadas al uso correcto del agua.

Realizar obras hidráulicas cercanas que se conviertan en nuevos suministros de agua potable para la ciudad y dejar por completo la dependencia de otros estados que ocasionalmente generan conflictos por la distribución de agua.

Bibliografía

- CONAGUA, (2007). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Estela Monreal, Teodoro (s.f.). Gestión de Sequías en España.
- Herrera, G., (2000). Caracterización Geográfica de la Sequía en México. Tesis Doctoral en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Lawrimore, J., R. R. Heim, Jr., M. Svoboda, V. Swail and P. J. Englehart, 2002: Beginning a new era of drought monitoring across North America. Bulletin of the American Meteorological Society, 83, 1191-1192.
- Ley de Agua Nacionales
- Ley de Aguas del Estado de Veracruz
- Ley de Protección Ambiental del estado de Veracruz
- Ley de Protección Civil del Estado de Veracruz
- Ley General del Cambio Climático
- Ley Orgánica del Municipio Libre
- Marcos Valiente, Oscar, (2001). Sequía: definiciones, tipologías y métodos de cuantificación. Investigaciones geográficas No.26.
- Montero, M. J., y J. L., Pérez, (2008). Regionalización de proyecciones climáticas en México de precipitación y temperatura en superficie usando el método REA para el siglo XXI. In: P. Martínez, y A. Aguilar (eds). Efectos del Cambio Climático en los Recursos Hídricos de México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Mor. pp: 11–21.
- Organización Mundial de la Salud, OMS, (2003). Cambio climático y salud humana. Riesgos y respuestas
- Organización Mundial de la Salud, OMS, (2003). Cambio climático y salud humana. Riesgos y respuestas
- Pereyra, D. y B. E. Sánchez, (1995). Sequías Prolongadas y Déficit Hídrico en el Estado de Veracruz. La Ciencia y el Hombre. Riesgos por Fenómenos Naturales en el Estado de Veracruz. Vol. VII No 21:153-167. (ISSN 0187-8786).
- Pereyra, D., Q. Angulo y B. E. Palma, (1994). Effect of ENSO on the mid-summer drought in Veracruz State, Mexico. Atmosfera. 7: 211-219.
- Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) en el Consejo de Cuenca de los Ríos Tuxpan al Jamapa
- Programa Nacional Hídrico (2014-2018)
- PRONACOSE
- Reglamento Interno de la Comisión del Agua del Estado de Veracruz
- Reglamento Interno de la Comisión Municipal de Agua y saneamiento de Xalapa
- Reglamento interno del Consejo de la Comisión Nacional del Agua

- Reglamento Interno del Sistema de Agua y Saneamiento del Veracruz-Boca del Río-Medellín).
- Svoboda, M., D. LeComte, M. Hayes, R. Heim, K. Gleason, J. Angel, B. Rippey, R. Tinker, M. Palecki, D. Stooksbury, D. Miskus, and S. Stephens. 2002. The Drought Monitor. Bulletin of the American Meteorological Society 83: 1181-1190.

Páginas Web consultadas

<http://www.inegi.org.mx>

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?src=487&e=30>

<http://www.xalapamio.com>

<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

<http://www.dof.gob.mx>

<http://www.pronacose.gob.mx>

<http://smn.conagua.gob.mx>